

Вестник Московского
государственного
университета леса

Лесной вестник

ISSN 1727-3749

2008 № 1 (58)

- Доклады на конференции,
посвященной памяти
М.М. Орлова и Г.Ф. Морозова
- Экологическая роль лесов
- Экологические проблемы
мегаполиса
- Вопросы лесной энтомологии
- Болезни древесных растений
- Мониторинг состояния лесов и
городских насаждений
- Оценка влияния антропогенных
факторов
- Лесоразведение (вопросы
лесоразведения)
- Взаимодействие сил и средств,
участвующих в ликвидации
лесных пожаров



Содержание

Лесоводство и лесоправление

- Моисеев Н.А. *Триада – лесоправление, лесостроительство и лесная экономика в трудах проф. М.М. Орлова* 5
- Кожухов Н.И.,
Обыденников В.И. *Учение Г.Ф. Морозова о лесе – научные истоки устойчивого лесного хозяйства* 9

Лесоводство и лесная типология

- Рысин Л.П. *Прошлое и настоящее лесной типологии в России* 13

Лесоводство и лесоразведение

- Родин С.А. *Георгий Федорович Морозов – основоположник частного лесоводства* 16

Экологическая роль леса

- Бурков В.Д.,
Крапивин В.Ф.,
Шалаев В.С. *Роль лесных экосистем в регулировании парникового эффекта* 20

Многоцелевое использование леса

- Шалаев В.С. *Некоторые соображения о национальной лесной политике* 32

Экологические проблемы мегаполиса

- Николаевский В.С.,
Якубов Х.Г. *Развитие Москвы и современные экологические проблемы мегаполиса* 37
- Беднова О.В. *Леса Московских ООПТ: рекреация или охрана природы* 41

Лесная энтомология

- Ижевский С.С. *Лесной карантин: мифы и реальность* 48
- Мозолевская Е.Г.,
Исмаилов А.И.,
Алексеев Н.А. *Очаги нового опасного вредителя ясеня – изумрудной узкотелой златки в Москве и Подмосковье* 53
- Гниненко Ю.И. *Клопы-кружевницы рода *Corythucha* – опасность для древесно-кустарниковых растений Старого Света* 60
- Петров А.В. *Биологические и экологические особенности *Scolytus sulcifrons reu* в насаждениях Москвы и Московской области* 63
- Маслов А.Д.,
Матусевич Л.С. *Роль клещей (*acar*) в популяционной динамике короедов (*Coleoptera, Scolytidae*)* 66
- Белов Д.А. *Особенности комплекса галлообразующих членистоногих в городских насаждениях Москвы* 73
- Юркина Е.В.,
Пестов С.В. *Биоценотическая значимость двукрылых насекомых в таежных экосистемах Республики Коми* 79
- Белова Н.К.,
Белов Д.А. *Локальный подъем численности яблонной стеклянницы (*Synanthedon tuoraefortis* Borkhausen) в условиях Москвы* 87
- Неволина Н.Б.,
Рыжов К.Б. *Жесткокрылые-ксилобионты горного Крыма* 92
- Баранчиков Ю.Н. *Влияние листовенничной почковой галлицы (*Dasineura rozhkovi*) на качество корма хвоегрызущих чешуекрылых* 96

Лесная фитопатология

- Соколова Э.С.,
Гордиенко П.В.,
Титова В.В. *Низинное шютте ели [*Lophodermium piceae* (fückel) V. Hohn. (= *L. Abietis* rostr.)]* 100
- Токарева Т.Г. *Корневые гнили и их влияние на ослабление культур сосны в засушливой зоне* 103

Мониторинг состояния лесов

- Галкин Ю.С.,
Шалаев В.С.,
Кравченко А.Н. *Современное состояние и тенденции развития техники и технологий дистанционного зондирования Земли* 106

| | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Рунова Е.М., Савченкова В.А. | <i>Эффективность применения материалов крупномасштабной аэрофотосъемки при освидетельствовании мест рубок</i> | 113 |
| Голосова М.А. | <i>Биоиндикация состояния лесных экосистем по показателям экологических параметров муравейников</i> | 117 |
| Мартынюк А.А. | <i>Строение фитомассы крон и ее вертикально-фракционное распределение в древостоях сосны, подверженных аэротехногенному загрязнению</i> | 121 |
| Тарханов С.Н., Надеин А.Ф. | <i>Адаптация вегетативной сферы ели в экстремальных условиях местообитания</i> | 127 |
| Почвоведение | | |
| Федотов Г.Н. | <i>Структурная организация почвенных коллоидов</i> | 134 |
| Методы оценки состояния растений | | |
| Терехова Н.В., Федотов Г.Н. | <i>Использование электрического сопротивления между корневой системой и почвой для характеристики состояния молодых древесных растений</i> | 142 |
| Воздействие антропогенных факторов | | |
| Жунусов Н.С., Аюпов Ф.Г., Авазов А.А. | <i>Изменение почвенного покрова под влиянием антропогенных нагрузок</i> | 146 |
| Рунова Е.М., Чжан С.А., Пузанова О.А. | <i>Воздействие загрязняющих веществ на почву в районе города Братска</i> | 148 |
| Жидков А.Н. | <i>Накопление химических веществ эпифитными и эпигейными лишайниками сосновых насаждений в условиях техногенного загрязнения среды</i> | 151 |
| Мониторинг экосистем | | |
| Голубев А.В. | <i>Экспертная система «лес-насекомое» (принципы построения)</i> | 157 |
| Аксенов А.С., Курилина М.В. | <i>Оптимизация информационного обеспечения мониторинга состояния насаждений крупного города</i> | 160 |
| Латанов А.А. | <i>Мониторинг состояния насаждений г. Одинцово Московской области</i> | 164 |
| Гусев А.Ю., Липаткин В.А. | <i>Результаты оценки состояния древесной растительности в окрестностях Судогодского водозабора подземных грунтовых вод</i> | 167 |
| Крылов А.М., Налдеев Д.Ф. | <i>Организация лесопатологического мониторинга экспедиционными методами с применением ГИС</i> | 171 |
| Панова Л.В., Успенский К.В. | <i>Состояние зеленых насаждений Панинского района Воронежской области</i> | 174 |
| Лесоразведение | | |
| Родин А.Р., Родин С.А. | <i>Создание лесных энергетических плантаций</i> | 178 |
| Агеев А.Б. | <i>Особенности ускоренного выращивания саженцев кедра сибирского с закрытой корневой системой</i> | 183 |
| Дроздов Ю.И. | <i>Сосна скрученная (<i>Pinus contorta</i>) на опытных объектах МГУЛ</i> | 188 |
| Гусева Н.Ю. | <i>Интродукция лжетсуги Мензиса в северной подзоне смешанных лесов</i> | 192 |
| Ловков А.М. | <i>Сосна обыкновенная в культурах центрального региона России в зонах смешанных и широколиственных лесов (на примере Калужской области)</i> | 196 |
| Охрана лесов от пожаров | | |
| Запорожец А.И. | <i>Взаимодействие сил и средств, участвующих в ликвидации лесных пожаров</i> | 199 |
| Запорожец А.И. | <i>Методические рекомендации по обоснованию системы взаимодействия при тушении лесных пожаров</i> | 203 |
| Хроника | | |
| Голосова М.А. | <i>Постоянной комиссии по биологической защите леса МОББ (JOBС) – 25 лет</i> | 206 |
| Мозолева Е.Г., Рысин С.Л. | <i>Международная научная конференция «Актуальные проблемы рекреационного лесопользования» (Москва, 2007)</i> | 207 |

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск журнала содержит результаты исследований ученых Московского государственного университета леса и сотрудничающих с ними организаций в области лесоведения и лесоводства, экологии и защиты леса, мониторинга состояния лесных и городских экосистем и охраны леса. Значительная часть статей принадлежит ученым, ведущим исследования в рамках Института системных исследований леса МГУЛ.

Первые четыре статьи включают полные тексты докладов Н.А. Моисеева, Н.И. Кожухова и В.И. Обыденникова, Л.П. Рысина и С.А. Родина, заслушанных на научной конференции по проблемам лесоводства и лесопользования, посвященной 140-летию со дня рождения выдающихся отечественных ученых – профессоров Г.Ф. Морозова и М.М. Орлова.

Две следующие статьи касаются современной лесной политики и экологической роли лесов. Далее следуют статьи о современном состоянии и тенденциях развития техники и технологий дистанционного зондирования Земли, об эффективности применения материалов крупномасштабной аэрофотосъемки и работы, посвященные совершенствованию методов и результатам лесопатологического мониторинга и его информационного обеспечения.

Различным методам и результатам биоиндикации и мониторинга лесных экосистем посвящены статьи о возможности применения для этой цели экологических параметров муравейников и использования электрического сопротивления между корневой системой и почвой для характеристики состояния молодых растений. Несколько работ рассматривают влияние техногенного загрязнения на строение крон деревьев и лишайники, на почву и почвенный покров насаждений, испытывающих антропогенную нагрузку.

Чрезвычайно важную проблему лесного карантина затрагивает аналитическая статья С.С. Ижевского. Развитие Москвы и ее современные экологические проблемы обсуждают В.С. Николаевский и Х.Г. Якубов. О сложности и необходимости пересмотра стратегии управления лесами ООПТ Москвы рассуждает О.В. Беднова.

Наибольшая по числу статей серия работ по лесной энтомологии. Они затрагивают широкий круг вопросов: об очагах и значении новых видов вредителей – ясеневой изумрудной узкотелой златки и клопов-кружевниц, о биологии малоизученного вида ильмового заболонника, о яблонной стекляннице и галлообразователях в городских насаждениях Москвы. Насекомым других регионов посвящено несколько работ: рассматриваются влияние листовенничной почковой галлицы на качество корма чешуекрылых, биоценотическая значимость двукрылых в таежных экосистемах Республики Коми и жесткокрылых ксилобионтов – в лесах горного Крыма, а также роль клещей в популяционной динамике короедов. Две публикации содержат интересные сведения о болезнях древесных растений – редко встречающегося в России низинного шютте и корневых гнилях сосны.

Кроме названных в сборнике помещена большая статья Г.Н. Федотова о структурной организации почвенных коллоидов и серия статей по лесоразведению: результаты интродукции некоторых древесных растений, состояние лесных культур, эффективность создания лесных энергетических плантаций.

Завершают сборник две статьи об усовершенствовании противопожарных мероприятий и информационные материалы: о 25-летию постоянной комиссии по биологической защите леса МОББ и об итогах состоявшейся в октябре 2007 г. Международной научной конференции «Актуальные проблемы рекреационного лесопользования».

Составители и члены редакционной коллегии настоящего выпуска журнала надеются, что представленный материал будет интересен широкому кругу читателей.

ТРИАДА – ЛЕСОУПРАВЛЕНИЕ, ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ЛЕСНАЯ ЭКОНОМИКА В ТРУДАХ ПРОФ. М.М. ОРЛОВА

Н.А. МОИСЕЕВ

Организованная руководством МГУЛ 18 сентября 2007 г. конференция по проблемам лесоводства и лесоуправления посвящена 140-летию со дня рождения профессоров Г.Ф. Морозова и М.М. Орлова, самых выдающихся ученых отечественной лесной науки. Они родились в один год, вместе работали много лет в старейшем лесном вузе страны и мира – Ленинградской (ныне Санкт-Петербургской) лесотехнической академии. Один из них возглавлял кафедру лесоводства, другой – лесоустройства. Оба внесли выдающийся вклад в развитие своих областей знаний. Мы их не сравниваем между собою, как не сравнивают Пушкина с Лермонтовым, Л. Толстого с Достоевским. Каждый велик в своем жанре. Но каждый из них – личность первой величины для отечественной лесной науки: Г.Ф. Морозов – лидер в области лесоводства, М.М. Орлов также признанный лидер в той области знаний, которая объединяет лесоуправление, лесоустройство и лесную экономику.

У каждого из них своя область деятельности, свой предмет изучения, своя методология. Г.Ф. Морозов создал учение о лесе как теоретическую основу лесоводства, М.М. Орлов создал учение о лесном хозяйстве как теоретическую базу для лесоуправления, лесоустройства и лесной экономики.

И лесоустройство, и лесная экономика являются составляющими лесоуправления, и каждая из них имеет свое функциональное назначение. Содержание лесоустройства сводится к планированию как процедуре подготовки и принятия хозяйственных решений на разных уровнях управления, поэтому лесоустройство считается инструментом лесоуправления. В процессе лесоустроительного планирования обеспечивается предвидение (выявление) главных проблем развития и путей их решения. Чтобы руководить, надо предвидеть. Именно поэтому М.М. Орлов писал, что «лесоуправление без лесоустройства слепо, а лесоустройство без лесоуправления мертво».

Что же касается лесной экономики, то ее назначением является экономическая оценка принимаемых решений путем сопоставления различных альтернатив лесоуправления. Но такая оценка должна принимать во внимание стоимость факторов производства, в том числе труда и капитала, а также лесов как основного средства производства, стоимость используемых ресурсов и услуг леса как продуктов труда, учет имеющихся ограничений и преимуществ, и, в конечном итоге, экономическое обоснование лесохозяйственных мероприятий и в целом программы использования и воспроизводства лесных ресурсов на разных уровнях управления.

Оба ученых как лидеры были в гуще событий и не могли не вторгаться в политику кардинальных перемен при переходе от капитализма к социализму. И, конечно, их взгляды могли не совпадать со взглядами власть предержащих, особенно когда переоценке подвергался весь багаж накопленных знаний и опыта. Оба ученых не представляли себе лесное хозяйство без постоянства пользования, которое ныне называется непрерывным, неисчерпываемым использованием лесом (ННПЛ).

Но именно это неотъемлемое требование организации рационального лесопользования было в то время подвергнуто самой яростной атаке, поскольку оно мешало форсированной широкомасштабной лесоэксплуатации вдоль имевшихся весьма ограниченных наземных и водных транспортных магистралей. Конечно, при недостатке лесных дорог, что и сегодня остается сдерживающим началом, размещение рубок с нарушением этого требования для того времени, после гражданской разрухи, было вынужденным. Но нашлись «теоретики», которые обосновывали это «вынужденное» как «должное». В числе их оказались и представители из академии (И. Прохорчук, Э. Креслин, В. Малышев и др.). Не без их участия была организована травля Г.Ф. Морозова и М.М. Орлова как защитников постоянства пользования.

Г.Ф. Морозов не дожидаясь времени расправы. А М.М. Орлову пришлось выпить горькую чашу травли сполна. Он и умер на рабочем месте от сердечного приступа, несмотря на богатырское здоровье и жизненную закалку.

35 лет замалчивались его труды и память о нем. И только в 1967 г. на организованной в ЛТА конференции, посвященной 100-летию со дня его рождения, впервые после смерти была отдана запоздалая дань глубокого уважения и признания с высокой оценкой трудов. Но и после этого только через 10 лет в 1977 г. принцип постоянства пользования был восстановлен законодательно в «Основах лесного законодательства Союза ССР и союзных республик», таким образом только спустя 45 лет после злополучной дискуссии по этому принципу была подтверждена правота главного защитника – М.М. Орлова.

Все «герои», приложившие руку к запрету этого принципа, вошли в книгу известного писателя Л. Леонова «Русский лес». И именно они, узнав себя в этом произведении в роли Алексейчиков и Чиков и их идеолога Грацианского, в течение трех дней в Центральном доме литераторов на организованном ими диспуте изливали хулу и на книгу, и на ее автора, который после этого получил за нее высшую для того времени награду – Ленинскую премию.

Злополучная дискуссия не прошла бесследно. Во-первых, противники принципа постоянства пользования лесом, отстранив защитников его от кафедр, воспроизводили себе подобные кадры, которые продолжали формировать и лесоустройство, и лесную экономику, игнорируя этот принцип, не осознавая, что он был главным стержнем для этих дисциплин, а без него они оказывались выхолощенными и не учитывали отраслевых особенностей, на основе которых только и могло формироваться их содержание. Как следствие лесоустройство как наука и как практическая служба в части лесоустроительного планирования были отброшены и свелись только к лесоинвентаризации, к лесной таксации. Даже после признания принципа ННПЛ лесоустройство так и не восстановило того содержания, которое соответствовало бы его предназначению.

В плачевном положении оказалась и лесная экономика. Оставшиеся в вузах кадры, следуя в фарватере мышления противников принципа ННПЛ, так и не смогли предложить методов планирования, организации производства и экономической оценки лесохозяйственных мероприятий, адекватных отраслевым особенностям лесного хозяйства. Один из выделяющихся в общей когорте лесных экономистов того времени доктор экономических наук Е.Я. Судачков вынужден был признать, что долговременное игнорирование отраслевых особенностей, в том числе принципа постоянства пользования, нанесло непоправимый ущерб всей отечественной лесозащитной науке.

Студентам на лекциях я напоминаю, что раскол во взглядах между лесными экономистами существует до сих пор и как следствие сосуществуют две совершенно разные категории учебников по экономике лесного хозяйства, одна из которых строится на принципе ННПЛ, а другая – на игнорировании его.

А между тем фундамент этой науки уже был заложен в трудах наших предшественников – Ф.К. Арнольда, А.Ф. Рудзкого, М.М. Орлова и позже В.И. Перехода. Все они подчеркивали, что только то хозяйство может называться лесным, которое основывается на принципе постоянства лесопользования. Рубка же леса, игнорирующая этот принцип, ничего общего с лесным хозяйством не имеет и сводится лишь к односторонней лесозащитной эксплуатации или даже лесосводке.

Именно под влиянием долговременного укоренения взглядов бывших противников принципа постоянства до сих пор в практике лесного хозяйства так и нет должного планирования, организации производства и отчетности, которые соответствовали бы отраслевым особенностям.

Дополнительный пинок лесоустройству и лесной экономике дали нынешние либерал-реформаторы, которые относятся к рыночным фундаменталистам. Их реформаторская деятельность в области лесного законодательства дошла до подмены лесных участков как объектов лесных отношений земельными участками как объектами только земельных отношений и замены леса как

основного средства производства в лесном хозяйстве древесной растительностью, которая теряет принадлежность к недвижимому имуществу и уже не требует даже государственной регистрации. На этом основании в новом Лесном кодексе произошла подмена многих устоявшихся понятий и терминов. По существу, вновь ликвидировано лесоуправление, проводятся настойчивые попытки приватизации остатков этой государственной службы, что приведет только к дезорганизации лесного хозяйства и нарушению декларативно провозглашенного принципа устойчивого лесопользования и лесопользования. Как следствие мы стали очевидцами широкомаштабного разворовывания лесных ресурсов и самих лесных земель под видом деликатного термина «нелегальных рубок». Рушится на глазах и вся система государственного управления лесами. И все это делается только для того, чтобы доказать, что государство не может быть эффективным собственником, и поэтому леса надо передать в другие руки – частные, в лице олигархического лобби. Такова настойчивая линия нынешних реформаторов. На примере истории России можно сказать: «от чего ушли, к тому же снова и пришли». Надо напоминать о разрушительных последствиях существования частной собственности на леса в дореволюционной России (до 70 % в южных и центральных районах), когда в результате спекулятивного ажиотажа лесистость ЦЧО – черноземной житницы России, сократилась в два-три раза, земли были изъедены оврагами с потерей черноземов и многих водных источников. Именно под влиянием этого исторического факта Г.Ф. Морозов на съезде лесоводов говорил, что леса должны быть только в государственной собственности в интересах всего народа. Теперь же мы хотим еще раз подтвердить мнение известных историков, что история ничему не учит, а только наказывает.

Казалось бы, через 75 лет, после реформы 30-х гг. XX в. труды М.М. Орлова могли бы оказаться устаревшими. Однако на самом деле мы вновь возвращаемся к формам управления лесами, существовавшим до 30-х гг. Так, например, согласно новому Лесному кодексу в 2007 г. должна быть реформи-

рована вся исходная структура лесопользования с упразднением лесхозов, с выделением из их состава лесничеств как государственных местных органов управления лесами и преобразованием хозяйственных подразделений нынешних лесхозов в государственные унитарные предприятия, с последующим их акционированием, а затем и возможной приватизацией. При этом создается вновь двухуровневая структура лесничеств: верхний уровень – в рамках района или нескольких районов (межрайонные лесничества), а нижний – в виде участковых лесничеств (в границах большинства ныне существующих). Такая сложная форма лесничеств имела место до революции и сохранялась до 30-х гг. XX в., заимствуя французскую форму лесничеств. Она подробно описана в книге М.М. Орлова «Лесопользование», в которой даны рекомендации по подбору кадров, их обучению, организации делопроизводства и по многим другим сторонам деятельности лесничих. Особое внимание обращалось на роль лесничих: будут ли они «хозяевами», т.е. управляющими, ответственными за принимаемые ими меры по улучшению лесов и их доходности, или чиновниками, пытающимися прикрыться многочисленными инструкциями и циркулярами. М.М. Орлов подчеркивал при этом, что большинство лесничих душой хотели бы быть хозяевами, ответственными за леса как государственное имущество, но недостаток доверия склонял их к роли чиновников, вся деятельность которых сводилась в основном к организации безупречной канцелярии, за отступление от которой могут наказать, но не за ту упущенную выгоду, которую могли бы реализовать, отступая с учетом реалий от тех или иных циркуляров.

Опасность сползания от роли управляющего к роли канцелярского чиновника во всей полноте налицо и сегодня, когда отнято даже право отвода леса в рубку и определения его стоимости как лесного дохода, что отдано делать арендатору при переходе от разрешительного к заявительному порядку лесопользования. Лесничему пока еще не вернули и право государственного контроля. Мало того, пока еще четко не определены статус и функции лесничего. При таком исходном по-

ложении что можно требовать от лесничего, о каком доверии к нему можно говорить? В лучшем случае он может быть только чиновником-канцеляристом. А при таком положении в лесу все отдано на откуп арендатору, далеко не подготовленному к сложной проблеме организации рационального многоцелевого ведения лесного хозяйства.

В трехтомном труде «Лесоустройство» проф. М.М. Орлов описывает сложную систему лесоустроительного планирования, которая строится на системном подходе, объединяя лесное хозяйство, лесозаготовки и лесной транспорт с экономической оценкой доходов и затрат и рентабельности всей системы лесоуправления. Таким бы и должен быть лесоустроительный проект при переходе к рыночной экономике. Он мог бы выполнять двустороннюю роль: для органов управления лесами он мог быть использован при составлении планов лесопользования и лесного хозяйства, а для лесопользователей – при составлении планов рубок и лесовосстановления.

И.В. Воронин, зав. кафедрой экономики лесного хозяйства Воронежской лесотехнической академии, подчеркивал, что у М.М. Орлова лесоустройство все пронизано экономикой. И, кстати, не случайно. Еще А.Ф. Рудзкий писал, что если лесоводство занимается технической стороной дела лесного хозяйства, то лесоустройство – экономической. Авторитет Германии в области лесоустройства и лесной экономики Шпайдел писал, что лесоустройство занимается среднесрочным (на 5–10 лет) экономическим планированием лесного хозяйства.

Вот именно эта экономическая сторона дела в лесоустройстве выпала в 30-х гг. XX в., да так и не была восстановлена до сих пор. По этой причине лесоустроительные проекты и не могли стать надежной основой для оперативного планирования лесного хозяйства. В разрабатываемых концепциях современного лесоустройства эту экономическую составляющую, требуемую для перехода к рыночным условиям, предполагалось восстановить. Но вместо этого упразднили в целом лесоустроительный проект.

А между тем в странах с продвинутым лесным сектором экономики перешли

уже к двухуровневому лесоустройству, о чем мы писали еще в 1977 г., выступая с соответствующими предложениями совместно с П.И. Морозом, начальником ВО «Леспроект» и В.С. Чуенковым, зав. лабораторией ВНИИЛМ («Лесное хозяйство», № 6).

В новом Лесном кодексе поставлена задача составления лесного плана для каждого субъекта РФ и в разрезе его по лесничествам. Кто будет составлять такие планы, если у лесоустроительных предприятий эта функция упразднена? Ответа пока нет. Если вся эта работа будет выполняться чиновничьим аппаратом или привлекаемыми услужливыми «ООО», не имеющими ни опыта, ни компетенции, то можно себе представить, что можно ожидать от будущего планирования.

Конечно, следует ожидать, что рано или поздно придется вернуться к услугам лесоустройства, восстанавливая утраченные функции, готовя необходимые для этого кадры и учебники.

М.М. Орлов отмечал также, что и лесная экономика не обойдется без лесоустройства, так как только с его помощью она приобретает необходимую для этой дисциплины конкретность. Следует иметь в виду, что и в России, и в Германии, где были заложены основы лесоустройства как науки, последняя в XVIII–XIX столетиях выполняла и функции лесной экономики, ибо при планировании лесопользования ставилась задача, наиболее эффективного использования леса для получения максимально возможного лесного дохода с учетом конкретных местных условий.

М.М. Орлов даже собирался свой труд по лесоустройству назвать лесной экономикой, но воздержался из-за того, что этот термин попал в то время «в моду» и трактовался по-разному, что вызывало недоразумения.

В последний год жизни М.М. Орлов написал книгу «Леса водоохранные, защитные. Лесопарки, устройство и ведение хозяйства», которая впервые была издана в 1983 г. и теперь подготовлена к переизданию в 2007 г. Эта книга посвящена проблеме ведения хозяйства в лесах сугубо социального и защитного значения, которые М.М. Орлов называл лесами «особого общественного значения».

Эта проблема сохраняет актуальность до сих пор. И с этим мы уже столкнулись сейчас на примере лесов Московской области, в которых с вводом нового Лесного кодекса лесное хозяйство оказалось парализованным. Все эти леса оказались в положении «заповедников», между тем в них преобладают спелые и перестойные древостои, которые требуют обновления, реконструкции и ведения хозяйства в направлении создания сложных, смешанных, разновозрастных насаждений как наиболее экологически устойчивых и в то же время продуктивных и более соответствующих многоцелевому назначению. Обо всем этом писал М.М. Орлов, притом, что ценно, на конкретных примерах лесов Московской области. По настойчивой просьбе Ассоциации лесопромышленных предприятий Московской области мы вынуждены возвращаться к решению этой проблемы. И тут названная книга М.М. Орлова оказалась лучшим руководством, напоминая нам о пословице, что «новое – это хорошо забытое старое».

Некоторые авторы представляют М.М. Орлова чуть ли не противником использования типологии леса в лесном хозяйстве и в лесоустройстве. Я полагаю, что эти авторы недостаточно внимательно читали труды М.М. Орлова, в том числе и по этой проблеме. М.М. Орлов не был противником типологии леса, но он писал, что практическое применение для лесного хозяйства она получит только тогда, когда будет иметь хозяйственное содержание, а не ограничиваться лишь геоботаническим описанием.

Чтобы заполнить лесную типологию хозяйственным содержанием, еще до перестройки мы с проф. А.В. Побединским проявили инициативу в постановке общесоюзной темы для разработки региональных систем лесохозяйственных мероприятий на зонально-типологической основе с учетом целевого назначения лесов. В этой теме под координирующим руководством ВНИИЛМ с участием многих других лесных НИИ и вузов были разработаны соответствующие рекомендации, которые были рассмотрены и в Гослесхозе СССР, а позже в МПР РФ и утверждены на уровне первых заместителей министров («Методические рекомендации по организации лесного хозяйства и устойчивому управлению лесами», 2001 г.).

Вы спросите, что же мешает их широкому использованию? Мешают бесконечные реформы с перетасовкой кадров и нарушением преемственности, не говоря уже о весьма экстенсивном уровне лесного хозяйства, а нередко и отсутствии его. Нынешний период очередных реформ с вводом нового Лесного кодекса является не чем иным, как «бифуркацией».

Период «крутых» реформ 20–30-х гг. XX столетия имеет немало общего с ситуацией, сложившейся в настоящее время. Конечно, придет время упорядочения знаний и опыта. И мы еще не раз будем возвращаться к трудам и Г.Ф. Морозова, о чем говорит В.И. Обыденников, и к трудам М.М. Орлова. К ним будут возвращаться и следующие за нами поколения.

УЧЕНИЕ Г.Ф. МОРОЗОВА О ЛЕСЕ – НАУЧНЫЕ ИСТОКИ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Н.И. КОЖУХОВ,
В.И. ОБЫДЕННИКОВ

Конец XX и начало XXI вв. ознаменованы всемирным признанием необходимости устойчивого развития социоприродной среды. Однако этому предшествовало целое столетие научных дискуссий.

Академик И.С. Мелехов [3] отмечал, что своей научной деятельностью Г.Ф. Мо-

розов открыл новую эпоху в отечественном и мировом лесоводстве. Итогом его научной и педагогической деятельности явился фундаментальный труд «Учение о лесе». По существу, он первый из лесоводов выделил «лесоведение» как науку о природе леса и его устойчивости при определенных условиях.

До появления этого труда лесоводство, по мнению Г.Ф. Морозова [6], представляло собой пеструю смесь эмпирических правил, лишь фрагментарно пронизанных научным элементом, то есть характеризовалось слабым участием науки и отсутствием точных научных основ. Даже у известного лесовода того времени М.К. Турского разделы лесоводства (лесовозвращение, лесоохранение, лесная таксация и лесопотребление) были совершенно оторваны друг от друга и не связаны единой общей идеей [1]. В статье «Почвоведение и лесоводство» в 1899 г. Г.Ф. Морозов [6] писал, что наряду с лесоводством, то есть учением о возникновении, уходе, охране и жатве насаждений, должна возникнуть новая отрасль знания лесоводственно-биологического характера – лесоведение. По его мнению, попытки поставить этот вопрос уже делались немецким ученым Гайером, который учение о насаждении (Bestandeslehre) выделил в особый отдел лесоводства. Однако Гайер этим и ограничился. Г.Ф. Морозов [6] высказывался о необходимости идти дальше и выделить совершенно обособленное учение о лесе из области «лесного искусства». И следует отметить, что Г.Ф. Морозов с успехом выполнил эту задачу, создав «Учение о лесе», являющееся научной основой современного лесоведения.

Учение о лесе Морозов создавал в течение 10 лет (с 1902 по 1912 гг.), будучи профессором императорского лесного института. В 1912 г. вышло из печати первое издание книги «Учение о лесе» [7]. В этой работе он блестяще показал, как надо отделять учение о лесе от учения о воспитании и возобновлении леса, чтобы не смешивать элементы науки и элементы «искусства».

В 1920 г. была издана книга Морозова «Основания учения о лесе (лекции, читанные в Таврическом университете)» [8]. Последующие (посмертные) издания «Учения о лесе» вышли в 1924, 1925, 1926, 1928, 1930, 1931 гг. По мнению И.С. Мелехова, лучшим было издание 1930 г. В 1971 г. «Учение о лесе» было опубликовано в «Избранных трудах Г.Ф. Морозова» [9, 10].

Г.Ф. Морозов [8] указывал, что природа леса складывается из природы пород, природы

их сочетаний, природы условий местопроизрастаний. В связи с этим, наряду с введением в биологию леса, книга «Учение о лесе» состоит из биологии лесных пород, биологии насаждений и учении о типах насаждений. Учение Г.Ф. Морозова о лесе, по существу, представляет систему учений о природе леса, охватывающую учение о смене пород, учение о типах насаждений и т.д., которые являются основой или истоком современных научных направлений в лесоведении.

Современное значение «Учения о лесе» Г.Ф. Морозова трудно переоценить. Отметим лишь наиболее значимые его стороны. Так, по мнению В.Н. Сукачева [13], «Учение о лесе» Морозова является краеугольным камнем биогеоценологии. В рамках «Учения о лесе» Морозов создал учение о смене пород. В этом учении, писал И.С. Мелехов [3, 4], Г.Ф. Морозов показал динамичность биологических процессов, совершающихся в лесу, и дал примеры классических смен пород (смена ели березой и осиной, сосны – березой и осиной и др.). В дальнейшем его учение о смене пород, построенное на материалах исследований среднерусских лесов, получило развитие в разных регионах страны: в европейской части В.Н. Сукачевым, И.С. Мелеховым, С.А. Дыренковым, А.Я. Орловым, на Урале Н.А. Коноваловым, Б.П. Колесниковым, Е.П. Смолоноговым, в Сибири и на Дальнем Востоке А.В. Побединским, К.П. Соловьевым, Ю.И. Манько и др.

Являясь учеником В.В. Докучаева и развивая его идеи, Г.Ф. Морозов пришел к пониманию леса как явления географического. За «Учение о лесе» русское географическое общество присудило Г.Ф. Морозову золотую медаль им. П.П. Семенова-Тян-Шанского. Г.Ф. Морозов впервые выдвинул тезис «Лес – явление географическое». На идеях и концепциях Морозова были построены географические аспекты исследования лесов России, связанные с биологией, экологией, естественной и антропогенной динамикой леса и их устойчивости.

В России зародилось принципиально новое лесотипологическое направление, основанное на природных критериях. Основоположником его был Г.Ф. Морозов [8, 9]. Он

создал «учение о типах насаждений». Первые же классификации лесов, появившиеся в Германии, были хозяйственными. Важнейшими их критериями являлись состав древостоя и качество древесины. Они, как отмечал Л.П. Рысин [12], до морозовского учения о типах насаждений широко использовались в России.

Идеи Г.Ф. Морозова о типах насаждений привлекли внимание лесоводов и в дальнейшем получили развитие в трудах отечественных ученых лесоводов (В.Н. Сукачева, Д.В. Воробьева, П.С. Погребняка и др.).

По мнению И.С. Мелехова [4], при изучении типов леса одни ученые опирались на признаки и критерии начального периода творческой деятельности Морозова, т.е. на почвенно-грунтовые условия (украинская типологическая школа), другие на теоретические положения позднего периода его деятельности, т.е. совокупности всех лесообразователей (школа В.Н. Сукачева). По мнению Л.П. Рысина [12], если ко времени первого типологического совещания (50-е годы прошлого столетия) противостояли означенные два направления, то число типологических направлений в настоящий период определяется уже двухзначной цифрой.

Идеи Г.Ф. Морозова оказали существенное влияние на формирование современных научных направлений в типологии леса (генетического и динамического). Г.Ф. Морозов [9] в свое время указывал, что наиболее существенным пробелом в типах несомненно можно признать полное игнорирование исследователями его динамики. Разве так называемое чередование пород, смена одних пород другими на одном и том же месте при наличии одних и тех же условий произрастания, этот естественный процесс может быть объяснен вне динамики типа? Эти идеи Г.Ф. Морозова были успешно реализованы и развиты в генетическом направлении в типологии леса. К сожалению, такие достижения современного лесоведения не всегда в полной мере реализуются в других областях знаний. Например, в лесоустройстве при расчете рубок главного пользования не учитывается наиболее сложный, динамичный и важный этап в формировании леса в связи с рубкой – тип

вырубки. Это может привести к недостоверному прогнозу динамики леса с учетом антропогенного воздействия и, следовательно, к необъективному расчету объема рубок.

Отечественными учеными лесоводами (А.В. Побединским, Н.А. Моисеевым, А.Я. Орловым) успешно использован зонально-типологический подход Г.Ф. Морозова к разработке лесохозяйственных систем. В «Учении о лесе» Г.Ф. Морозов указывал, что «природа страны есть первейший фактор для лесоводственной самобытности, и поэтому географическое лесоводство с его учением о зональности и типах насаждений есть ... правильное решение..., которое сводится к постоянному пользованию лесом без заметного ущерба его биологической устойчивости».

Г.Ф. Морозов считал стремление к созданию и к сохранению устойчивости насаждений «верховным» принципом лесоводства. Он отмечал, что при всех преимуществах смешанных насаждений нельзя класть их в основу «верховного» принципа. Так, смешанный состав древостоев исключается на тощих песках или для дубрав на солонцах, для черноольховых трясин. Для устойчивости лесов, наряду со смешанным характером лесов, необходима групповая и разновозрастная структура [9].

Следовательно, учение о лесе, созданное Г.Ф. Морозовым, представляющее систему, охватывающую множество его конкретных учений о природе леса, было основой для современных лесоводственных, лесоводственно-экологических и лесоводственно-экономических научных школ, направленных на поддержание и повышение устойчивости лесных экосистем. И в свою очередь оно явилось истоком устойчивого ведения лесного хозяйства.

Устойчивое ведение лесного хозяйства осуществляется с использованием лесохозяйственных (в том числе и лесоводственных) систем. Важное значение при этом имеет сертификация системы лесного хозяйства, управления лесами и лесопользования [2]. Потребность в сертификации ведения лесного хозяйства обусловлена требованием потребителей лесопродукции не только к качеству лесоматериалов, но и к качеству природной среды.

Целью экологической сертификации является создание механизма оценки лесохозяйственных (в том числе и лесоводственных) систем. Она предполагает разработку критериев и индикаторов, по которым можно судить, насколько проведение лесохозяйственных систем соответствует правилам ведения лесного хозяйства и экологических стандартов.

В лесном хозяйстве возникает необходимость двойной сертификации: 1) сертификации систем управления лесами (ведение лесного хозяйства), обеспечивающей сохранение биологического разнообразия через применения соответствующих систем лесопользования (рубок и лесовосстановления); 2) сертификации продукции, получаемой из древесины и лесных недревесных растений (ягод, грибов, лекарственных растений).

Устойчивое развитие лесного хозяйства включает компоненты лесоводственно-биологического, экологического и социально-экономического характера.

Важной природной составной частью лесного хозяйства является лесоводство, или лесоводственные системы. По общему признанию специалистов лесного хозяйства, лесоводство является научной и практической основой устойчивого развития лесного хозяйства и лесопользования.

Для экологической сертификации лесоводственных систем необходимы данные, отражающие параметрические и структурные изменения лесных экосистем под влиянием лесоводственных мероприятий. Такие данные можно получить с помощью приемов и методов, принятых в современном лесоведении, научные основы которого создал Г.Ф. Морозов.

Изменение лесных экосистем целесообразно оценивать по древесной, биологической и экологической продуктивности леса, которые могут быть приняты в качестве критериев сертификации лесов [11]. По существу, в качестве критериев и индикаторов сертификации лесоводственных систем приняты показатели, отражающие природу лесных пород, природу их сочетаний (или лесного насаждения) и природу условий местопроиз-

растания, то есть как каждого из элементов, так и в целом учения Г.Ф. Морозова о лесе.

В заключение уместно привести слова В.Н. Сукачева [13] в связи со 100-летием со дня рождения Г.Ф. Морозова. «Нужна была талантливость Морозова, чтобы заставить смотреть на лес с совершенно новой точки зрения, чтобы дать блестящий синтез наших знаний и создать лесоведение как научную теорию лесоводства, чтобы наконец написать блестящую поэму о жизни леса, принадлежащую к числу замечательных творений научной мысли».

Библиографический список

1. Бейлин, И.Г. Георгий Федорович Морозов – выдающийся лесовод и географ (1867–1920) / И.Г. Бейлин. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – 176 с.
2. Кожухов, Н.И. Концепция формирования экологического базиса стратегии перехода экономики России на модель устойчивого развития. (Обзор) / Н.И. Кожухов. – М.: ВНИИЛМ, 1997. – 52 с.
3. Мелехов, И.С. Очерк развития науки о лесе / И.С. Мелехов. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 208 с.
4. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 406 с.
5. Мелехов, И.С. Лесоводство / И.С. Мелехов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 302 с.
6. Морозов, Г.Ф. Почвоведение и лесоводство / Г.Ф. Морозов // Почвоведение. – 1899. – № 1. – С. 1–19.
7. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе. Вып. 1. Введение в биологию леса / Г.Ф. Морозов. – СПб., 1912. – 183 с.
8. Морозов, Г.Ф. Основания учения о лесе. Лекции, читанные в Таврическом университете / Г.Ф. Морозов – Симферополь: Русское книгоиздательство в Крыму, 1920. – 137 с.
9. Морозов, Г.Ф. Избранные труды. Т. I / Г.Ф. Морозов. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 590 с.
10. Морозов, Г.Ф. Избранные труды. Т. II / Г.Ф. Морозов. – М.: Лесная пром-сть, 1971. – 536 с.
11. Обыденников, В.И. Критерии и индикаторы экологической сертификации лесоводственных систем / В.И. Обыденников // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб. науч. тр. – М.: МГУЛ, 1998. – Вып. 294 (1). – С. 16–20.
12. Рысин, Л.П. Лесная типология в СССР / Л.П. Рысин. – М.: Наука, 1982. – 216 с.
13. Сукачев, В.Н. Г.Ф. Морозов – корифей лесоводственной науки и крупнейший биолог / В.Н. Сукачев // Г.Ф. Морозов (к 100-летию со дня рождения) 1867 – 1967 гг. – М.: Лесная промышленность, 1967. – С. 10–18.

ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ В РОССИИ

Л.П. РЫСИН

Лесная типология – область лесоведения, изучающая и систематизирующая разнообразие лесного покрова. В 1992 г. в Рио-де-Жанейро состоялась конференция ООН, посвященная различным проблемам биосферы, в том числе и проблеме биоразнообразия. Одним из решений конференции стал призыв к изучению и сохранению биоразнообразия на видовом, популяционном и экосистемном уровнях. Тогда это было представлено как принципиально новый подход, и с тех пор эта тема остается одной из наиболее популярных. Но что такое лесная типология как не наука о разнообразии лесного покрова на экосистемном уровне? И возникла она не после 1992 г., а на рубеже XIX и XX вв., то есть на столетие раньше. Сама практика лесного хозяйства подвела к необходимости как-то «разобраться» в многообразии леса.

Г.Ф. Морозов, которого по праву считают одним из основоположников лесной типологии в России, не был первым. Еще до появления его работ идею типов насаждений (типов леса), возникшую в Германии, поддерживали В.Я. Добровлянский (как лесовод) и Д.М. Коржинский (как ботанико-географ). К этим именам известнейших ученых следует добавить М. Турского, А.Ф. Рудзкого (последний в «Руководстве к устройству русских лесов», изданном в 1888 г., предложил классифицировать насаждения, основываясь на характере условий местообитания), С.Ф. Бергера, а также лесостроителей Н. Генко, И.И. Гуторовича, В. Ляховича, Д.Д. Назарова, Н.А. Гракова и др., которые воплотили эту идею в реальность в практической работе. Важную роль сыграло и выступление А. Крюденера на заседании Лесного общества. Г.Ф. Морозов стал горячим пропагандистом лесной типологии – этой новой области лесоведения, и именно ему она обязана своим становлением и быстрым развитием. В 1904 г., возглавив «Лесной журнал», он публикует статью, содержащую краткое, но разностороннее изложение основ лесной типологии. Его последующие статьи и выступ-

ления вызвали огромный интерес к лесной типологии и сделали эту тему широко дискуссионной. Были и горячие сторонники, и противники, но несмотря «на великий раскол» (по образному определению Г.Н. Высоцкого) идея целесообразности установления типов насаждений и их последующего изучения прочно утвердилась. Различные авторы по-разному понимали объем типа насаждения, вкладывая в это понятие разное содержание, не прекращались споры о том, как следует использовать типы насаждений в практике лесного хозяйства, но главное было в их признании.

Если Г.Ф. Морозов в первых типологических работах на первое место при дифференциации лесов ставил почвенно-грунтовые условия, то одновременно существовало и другое направление, которое отдавало приоритет растительности; его основоположником был В.Н. Сукачев. Позднее, понимая лес как сообщество, приняв морозовское представление о типах насаждений, В.Н. Сукачев стремился вложить в это понятие более широкий смысл, и несомненно, что именно его работы, в свою очередь, оказали большое влияние на Г.Ф. Морозова, который со временем пришел к выводу, что лес является «биосоциальным единством». В 1942 г. В.Н. Сукачев опубликовал статью, в которой впервые появилось понятие «биогеоценоз», обозначающее участок земной поверхности с однородными растительностью, животным миром, почвенно-грунтовыми и климатическими условиями. Появление термина «биогеоценоз» поставило учение о типах леса на биогеоэкологическую основу. В.Н. Сукачев имел огромное число последователей. Большинство работ по типизации лесов европейской части РСФСР и значительная часть работ по лесам Урала, Сибири, Средней Азии, Кавказа были выполнены с учетом позиций В.Н. Сукачева. Сформулированная им концепция нашла поддержку и за рубежом.

Наряду с так называемым «московско-ленинградским» лесотипологическим на-

правлением, лидером которого был В.Н. Сукачев, существовало и другое направление, которое было принято называть «украинским» по месту деятельности его лидеров. Свое начало это направление имело в ранних позициях Г.Ф. Морозова, когда он при решении лесотипологических проблем отдавал приоритет почвенно-грунтовым условиям. Основоположником украинской школы считается Е.В. Алексеев; позднее лидерами этого направления стали П.С. Погребняк и Д.В. Воробьев. Для классификации было предложено использовать так называемую эдафическую сетку. По этой схеме работали многие украинские лесотипологи. Впрочем, на Украине было немало приверженцев взглядов В.Н. Сукачева. Свою «нишу» занимало направление, возглавляемое А.Л. Бельгардом, разрабатывавшим типологию для степного лесоведения.

В 1950 г. на Первом всесоюзном совещании по лесной типологии, проходившем в Институте леса АН СССР в Москве, была сделана попытка объединения «московско-ленинградской» и «украинской» школ, но достигнутое согласие оказалось формальным.

По сравнению с московско-ленинградским и украинским лесотипологическими направлениями так называемое генетическое направление вышло на дискуссионную арену значительно позже, хотя его истоки – в 20-х гг. прошлого столетия. Изучая леса северо-востока Китая, Б.А. Ивашкевич пришел к выводу, что подход к их классификации должен быть особым. Важнейшим фактором первоначальной дифференциации лесов он назвал рельеф; лесные сообщества он стремился рассматривать с учетом их развития, генезиса. Эта идея и была положена в основу генетического направления в типологии, основные принципы которого были впервые обстоятельно сформулированы Б.П. Колесниковым.

Он предложил ввести понятие лесообразовательного процесса как совокупности всех явлений возникновения, развития, разрушения и смены лесных насаждений, сопровождающих эволюцию лесного покрова. Концепция генетической типологии нашла широкую поддержку, особенно среди

лесотипологов Урала, Сибири и Дальнего Востока

И.С. Мелехов также считал важнейшей качественной особенностью типа леса – это динамическая система на биогеоценозном (экосистемном) уровне; он характеризуется общностью морфологии, происхождения и развития лесных сообществ, общими особенностями лесорастительных условий и тенденций дальнейшего развития леса, в процессе которого следует различать этапы, предшествующие формированию леса (типы вырубков, гарей), формирующегося типа леса, сложившегося типа леса (в спелом возрасте древостоя), возможные последующие этапы с переходом или без перехода в новый тип леса. И.С. Мелехов внес большой вклад в разработку теории типов вырубков. Теоретические установки И.С. Мелехова получили дальнейшее развитие в работах его многочисленных учеников.

В Советском Союзе оригинальные лесотипологические направления были практически в каждой республике. Были и свои лидеры: в Белоруссии – И.Д. Юркевич, в Латвии – К.К. Буш, на Кавказе – А.Г. Долуханов и Л.Б. Махатадзе и т.д. Н.Н. Моисеев написал в одной из статей: «Множественность и разноголосица мнений в науке не трагедия, а благо. В них залог построения в голове человека ПОНИМАНИЯ, которое обеспечит успех практической деятельности и накопление опыта». С этим можно согласиться, но при условии, что когда-то такое понимание должно прийти. Представьте себе ботаников, которые описывают многотысячное видовое разнообразие растений каждый со своих позиций. В действительности, у них есть основа – система Линнея, а всякие «новации» вторичны. Такая же основа должна быть и в лесной типологии.

В 1980-е гг. лесная типология переживала очередной этап подъема, и несомненно положительную роль в этом играла секция лесной типологии Научного совета по проблемам леса АН СССР. В ее состав вошли все ведущие типологи Советского Союза. В ту пору уже не было лидеров «союзного масштаба» и члены секции руководствовались

принципом: если нет монарха, пусть будет демократическая республика. В секции было полное равенство, никакого диктата. Ежегодные встречи, которые по очереди проводили представители разных школ, экскурсии с оживленными дискуссиями, приводили к растущему взаимопониманию позиций, которые прежде считались принципиально несовместимыми.

В 1982 г. на очередном рабочем совещании секции, проходившем в Архангельске, мною было предложено несколько модифицированное определение типа леса – это совокупность типов лесных биогеоценозов, существующих в пределах одного типа лесорастительных условий. Подразумевается, что к одному и тому же типу леса помимо коренного типа может относиться множество типов производных лесных биогеоценозов, отличающихся по породному составу древостоев, по генезису, сукцессионной динамике, возрасту и т.д. Это предложение было повторено спустя год на Всесоюзной конференции «Современные проблемы лесной типологии», которая по инициативе секции и при поддержке украинских лесоводов была проведена во Львове. Оно было принято многими лесотипологами, хотя имелись и критические замечания; меня упрекали в отходе от позиций В.Н. Сукачева. Но на науку нельзя смотреть как на незыблемую догму, она развивается, и свои предложения я рассматриваю как реализацию его теоретических позиций в современных условиях; такой подход создает основу для согласования и консолидации различных позиций.

На конференции во Львове (1982), которая была по существу Третьим всесоюзным лесотипологическим совещанием, я выступил с предложением приступить к составлению региональных кадастров типов леса, с одной стороны, в целях научной инвентаризации и систематизации природного разнообразия лесных экосистем, для составления определителей типов леса, их идентификации, разработки или уточнения лесотипологических классификаций, сравнительного анализа типологической структуры разных регионов, с другой, – для более успешного внедрения результатов лесотипологических исследований

в практику лесного хозяйства и лесостроительства. Это предложение было принято.

Следующим этапом стала Всесоюзная конференция «Лесная типология в кадастровой оценке лесных ресурсов» (Днепропетровск, 1991), на которой были представлены многие конкретные разработки. К сожалению, последовавшие политические события, распад Советского Союза прекратили работу секции лесной типологии и совместное сотрудничество, но актуальность проблемы сохраняется.

Разработка лесотипологических кадастров имеет самое непосредственное отношение к сохранению биоразнообразия. Кадастры систематизируют наши знания, позволяют создать банки лесотипологических данных как информационную основу для дальнейшего изучения лесной биоты на экосистемном (биогеоценотическом) уровне, для лесостроительства, разработки и проведения лесохозяйственных мероприятий. До сих пор приходится слышать упреки: не создана типология, имеющая лесохозяйственное содержание. Но нужно напомнить истину морозовских времен – вести хозяйство нужно не по типам, а с учетом типов леса. Об этом Г.Ф. Морозов говорил в одном из вводных докладов, подготовленных к XI Всероссийскому съезду лесоводов. Ту же мысль высказывал современник Г.Ф. Морозова – П. Серебряников, который писал в «Лесном журнале», что научно установленные типы насаждений в дальнейшем могут объединяться в те или иные хозяйственные группы в зависимости от конкретных требований и условий. Типы леса и типы лесных биогеоценозов – это искусственно выделенные таксоны, каждый из которых очерчен определенной суммой показателей. Нельзя разработать системы ведения хозяйства для типа леса и для типа лесного биогеоценоза вообще, нужно ориентироваться на поставленные задачи. Если леса предназначены для промышленной эксплуатации, лесохозяйственные мероприятия будут иметь одну специфику, если леса выполняют в первую очередь защитные функции – другую, если они имеют рекреационное назначение – третью и т.д. Странно, что об этом приходится напоминать снова и снова.

С нашей точки зрения, разработка региональных и формационных кадастров типов леса и лесных биогеоценозов является в настоящее время одной из важнейших задач лесной типологии. Выделение лесотипологических таксонов, их инвентаризация и последующее разностороннее исследование – обязательное условие рационального использования лесных ресурсов.

Другой важнейшей задачей является сохранение природного лесотипологического разнообразия. Для этого предназначены, в первую очередь, особо охраняемые природные территории – заповедники и национальные парки, которые были созданы именно с целью сохранения природного наследия. Сейчас в России 101 заповедник, свыше 30 национальных парков. Помимо заповедников и национальных парков для сохранения и изучения типологического разнообразия лесного покрова можно использовать так называемые лесные заповедные участки. Четверть века назад нами была создана система таких участков для Московской области, где, несмотря на давнюю и достаточно интенсивную хозяйственную освоенность, лесистость составляет около 40 % и сохранились леса в возрасте спелости с явно замедленной сукцессионной активностью; такие биоценозы пришли (или почти пришли) к состоянию подвижного равновесия, характерного для климаксовых сообществ. Их можно рассматривать как лесотипологические эталоны. Создание общероссийской и региональных систем эталонов типов лесных биогеоценозов, зафиксированных на местнос-

ти и предназначенных для длительных наблюдений за жизнью леса, для ведения фонового мониторинга крайне важно. Эти наблюдения позволяют глубоко и разносторонне изучать природу леса, давать прогноз будущего состояния наших лесов.

Лесотипологические исследования продолжают в разных регионах России, но несомненными минусами настоящего времени являются, с одной стороны, отсутствие прежней социальной заинтересованности и востребованности, а с другой – нарушившиеся контакты лесотипологов: не стало регулярных встреч и живого общения. Нужно восстановить сотрудничество лесотипологов, но сделать это сейчас крайне трудно. Организация совещаний, конференций, школ и участие в них стало слишком дорогим удовольствием для подавляющего большинства. Необходимы заинтересованность и помощь со стороны федеральных служб, поскольку задача изучения и систематизации разнообразия лесного покрова сохраняется и остается в полной мере актуальной.

Россия является крупнейшей лесной державой, и проблемы лесных ресурсов – их сохранение, неистощительное использование и воспроизводство – должны привлекать самое пристальное внимание. Лесные ресурсы могут эксплуатироваться бесконечно долго и при этом увеличиваться количественно и улучшаться качественно, но этого можно достигнуть только при условии глубокого и разностороннего знания природы леса и его разнообразия.

ГЕОРГИЙ ФЕДОРОВИЧ МОРОЗОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ЧАСТНОГО ЛЕСОВОДСТВА

С.А. РОДИН

Профессор Георгий Федорович Морозов – инициатор организации в 1902 г. в Санкт-Петербургском лесном институте кафедры частного лесоводства. Он считал, что задачей этой кафедры должна быть разработка способов лесовосстановления путем создания лесных культур, объединяя в этом термине естественный и искусственный способы.

Современная трактовка понятия лесных культур как отдельного направления науки и практики сформировалась после публикации в 1927–1931 гг. А.П. Тольским четырехтомника под общим названием «Частное лесоводство. Основы лесокультурного дела», в котором часть III называлась «Лесные культуры (общая часть)».

Для выдающегося лесоведа России – создателя «учения о лесе» Г.Ф. Морозова характерно было постоянное стремление к комплексной оценке всех сторон ведения лесного хозяйства. Основываясь на объективной оценке природы леса как явления географического, автор «учения о лесе» считал, что, решая задачу возобновления леса, в равной мере необходимо использовать как естественную способность леса к самовозобновлению, так и при необходимости искусственное восстановление леса путем создания лесных культур.

В первый период практической, преподавательской и исследовательской работы в лесу в должности помощника лесничего и преподавателя лесной школы Хреновского лесничества в 1894–1896 гг. Г.Ф. Морозов изучил опыт лесокультурного дела в Хреновском бору, Шиповом лесу, Усман-Борском (впоследствии Графском) лесничестве. В Хреновской лесной даче он поставил опыты по изучению влияния различных агротехнических приемов, в том числе рыхления поверхности почвы, мульчирования почвы соломой, на приживаемость и рост лесных культур и установил, что наиболее эффективным способом сохранения влаги на участках культур сосны на песчаных почвах является рыхление (т.е. культивация почвы).

Основываясь на работах Н.Д. Суходского, П.А. Костичева и В.В. Докучаева, Г.Ф. Морозов в 1896 г. в № 5 «Лесного журнала» опубликовал цикл статей (в том числе «Состояние водного режима в почве в Хреновском бору», «Борьба с засухой»), объединенных под общим названием «О борьбе с засухой при культурах сосны» [1]. В этих статьях он рассматривал лес как единый с окружающей средой организм и подчеркивал, что для восстановления лесов в засушливых условиях путем создания лесных культур необходимо учитывать особенности формирования леса как сложной экологической системы.

За время заграничной командировки в 1896–1898 гг. Г.Ф. Морозов изучил постановку лесокультурного дела в Германии и пришел к выводу о необходимости расширения лесного опытного дела в России. После окон-

чания этой командировки Г.Ф. Морозов был направлен для решения проблемы укрепления песков и оврагов в Воронежскую губернию. Осенью этого же года под его руководством в Павловском уезде была произведена на площади 350 десятин посадка лесных культур, которые, по словам И.М. Заруцкого (1966), и по сей день являются живым памятником их создателю.

За время работы в 1898–1902 гг. в должности старшего таксатора, заведующего Хреновским опытным участком «Особой экспедиции Лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях России», возглавляемой В.В. Докучаевым, Г.Ф. Морозов изучил опыт по полосному облесению степей путем создания лесных культур и заложил в Каменском лесничестве 44 га полезащитных полос и 32 опытных участка, используя разработанные им технологии. Взгляды на лесокультурное дело в условиях степи он опубликовал в 1900 г. в статьях «Материалы по изучению лесных насаждений в районе Каменностепного лесничества» и «Лесные культуры в Каменностепном опытном лесничестве за 1896–1900 гг.».

В 1900 г. Г.Ф. Морозов, участвуя в работе комиссии по разработке способов возобновления сосны в Бузулукском бору, пришел к выводу о необходимости восстановления сосновых насаждений этого лесного массива в Заволжье как естественным, так и искусственным путем.

С постановкой лесокультурного дела в центральных областях России Г.Ф. Морозов познакомился за время сопровождения им в 1901 г. немецкого профессора Шваппаха в Лисинское учебное лесничество, Погонно-Лосиноостровское лесничество, а также за время командировки в 1902 г. в Нижегородскую, Рязанскую, Владимирскую губернии, где он по заданию Лесного департамента проанализировал деятельность 21 лесничества по восстановлению леса на вырубках, в том числе лесными культурами.

До избрания Г.Ф. Морозова в 1901 г. заведующим кафедрой лесоводства Санкт-Петербургского лесного института у него

уже сложилось твердое убеждение о необходимости разделения кафедры лесоводства на две – общего лесоводства и частного лесоводства. Теоретической основой обеих кафедр он считал «лесоведение», т.е. учение о лесе, преподавание которого необходимо осуществлять на кафедре общего лесоводства. Задачи кафедры частного лесоводства, по его мнению, разработка способов и методов естественного и искусственного восстановления леса и обучение студентов лесокультурному делу.

Причем, по убеждению Г.Ф. Морозова, общее лесоводство и частное лесоводство должны обеспечить постоянство пользования лесом. Во введении к «Учению о лесе» он писал: «... в лесном хозяйстве... эксплуатация организуется таким образом, что в самом процессе пользования лесом находят средства к его возобновлению; идея постоянства пользования осуществляется через идею возобновления, то есть путем заботы о такой организации работ, следствием которой является новое поколение леса» [2].

Следует подчеркнуть, что Г.Ф. Морозов как один из основоположников опытного лесного дела в России в статьях и выступлениях считал обязательным сочетание науки и практики при осуществлении эффективного лесовосстановления как естественным, так и искусственным способами.

По инициативе Г.Ф. Морозова в 1902 г. в Санкт-Петербургском лесном институте была организована кафедра частного лесоводства. Заведующими этой кафедрой, также по его инициативе и при поддержке, были избраны в 1902 г. Л.Н. Соболев и в 1911 г. В.Д. Огиевский, который возглавлял эту кафедру до 1921 г.

При кафедре частного лесоводства с учетом большой важности для русского лесного хозяйства правильной постановки лесоводства и лесоразведения закладывались опыты для изучения влияния происхождения семян и лесокультурных приемов на рост деревьев.

В период 1902–1917 гг. в статьях и выступлениях на съездах лесоводов, в отчетах по результатам командировок по поручению Лесного департамента Г.Ф. Морозов посто-

янно уделял большое внимание проблемам восстановления леса в целом и определению места и времени частного лесоводства.

Он участвует в заседаниях Почвенной комиссии при Вольно-экономическом обществе России. В Полной энциклопедии русского сельского хозяйства публикуются его статьи: «Лесной питомник», «Посадка леса», «Посев леса», «Почвенный покров в лесу», «Подлесок», «Подгон», «Подрост». В «Трудах опытных лесничеств» выходят его статьи «История культур в Хреновском бору» и «Влияние защитных лесов на влажность почвы окружающего пространства» [1].

Следовательно, можно считать, что создание и становление в России частного лесоводства как одного из разделов науки и практики ведения лесного хозяйства следует рассматривать в непрерывной связи с деятельностью талантливого ученого, высококвалифицированного лесоведа-практика, общественного деятеля в области лесного хозяйства Г.Ф. Морозова.

Частное лесоводство в России стало «лесными культурами» после опубликования в 1927–1930 гг. А.П. Тольским четырехтомника «Частное лесоводство (основы лесокультурного дела)» [4–7]. Причем, если 1 и 2 части этого четырехтомника имели названия «Лесное семеноводство» и «Обработка почвы в лесном хозяйстве», то названием 3-й части было «Лесные культуры (общая часть)», а 4-й части – «Лесные питомники».

В обобщенном виде выводы Г.Ф. Морозова по проблеме восстановления леса на вырубках и в малолесных районах можно сформулировать следующим образом:

– естественное возобновление леса по сравнению с искусственным восстановлением имеет существенные лесоводственные и экономические преимущества;

– основой как естественного возобновления, так и искусственного восстановления леса должен быть способ рубки, который обеспечит полное и быстрое воспроизводство прежнего, т.е. срубленного материнского насаждения;

– способ рубки является самым трудным, но вместе с тем сильным средством для успеха возобновления и удешевления его;

– для повышения эффективности естественного возобновления леса следует проводить лесокультурные работы путем ухода за подростом и самосевом;

– искусственное восстановление материнских насаждений лесными культурами необходимо проводить там, где мерами естественного возобновления обеспечить это невозможно (в засушливых районах, на землях сельскохозяйственного пользования, на вырубках с плодородными почвами);

– при посеве леса и выращивании сеянцев следует использовать семена, собранные в том же районе, где закладываются лесные культуры.

В повышении эффективности лесовосстановления Г.Ф. Морозов придавал важное значение организации работ. Он считал, что лесничество должно иметь право руководить делом лесовозобновления, исходя из реальных трудовых, материальных, финансовых возможностей для обеспечения восстановления леса на площади годичной лесосеки, а при планировании за основу следует принимать не частный (на текущий год), а общий (т.е. на весь период выращивания насаждения) проект лесовосстановления. При таком подходе, учитывая длительность производственного процесса и сменяемость исполнителей, обеспечивается не просто создание, а выращивание к возрасту рубки насаждений с заданными при проектировании таксационными параметрами.

Сущность понимания основных принципов возобновления леса Г.Ф. Морозов изложил в статье «Несколько слов о постановке лесокультурного дела», опубликованной в 1917 г. в журнале «Лесопромышленный вестник» [3]. Он считал, что «... чем свободнее мы будем пользоваться приемами естественного и искусственного возобновления, чем полнее мы будем использовать силы природы, тем в лучшие условия мы поставим лесокультурный элемент на лесосеке, тем легче будем справляться с одолевающим нас пространством, тем менее напряженным станет для нас дело лесовозобновления; улучшится качество работы, выдохнется формальное отношение, станет больше вдумчивости и меньше шаблона».

Оценивая теоретические разработки и практические рекомендации Г.Ф. Морозова по лесокультурному делу, следует подчеркнуть, что они сохраняли актуальность более 100 лет.

У нас в лесном хозяйстве рубка леса проводится с учетом обеспечения требований естественного и искусственного возобновления целевых пород. Меры содействия естественному возобновлению и создание лесных культур объединены в одно хозяйственное мероприятие – лесовосстановление. Основным по размеру охватываемой площади способом восстановления леса являются меры содействия естественному возобновлению. Успешно осуществляется лесоразведение в лесостепной и степной зонах. Способы, методы и технологии восстановления и разведения леса разрабатываются на лесотипологической основе применительно к лесорастительным зонам. Научной базой практики лесокультурного дела является лесоведение, рассматривающее лес как часть экологической системы.

Поэтому с полным основанием можно считать Георгия Федоровича Морозова, выделившего из лесоводства частное лесоводство, основоположником лесокультурного дела в нашей стране.

Библиографический список

1. Калужный, Г.Ф. Жизнь Г.Ф. Морозова / Г.Ф. Калужный. – М.: Энциклопедия сел и деревень, 2004. – 419 с.
2. Морозов, Г.Ф. Избранные труды / Г.Ф. Морозов. – М., 2004. – 416 с.
3. Морозов, Г.Ф. Несколько слов о постановке лесокультурного дела / Г.Ф. Морозов // Лесопромышленный вестник. – 1917. – С. 3.
4. Тольский, А.П. Частное лесоводство. Ч. I. Лесное семеноведение / А.П. Тольский. – Л., 1927. – 260 с.
5. Тольский, А.П. Частное лесоводство. Основы лесокультурного дела. Ч. II. Обработка почвы в лесном хозяйстве / А.П. Тольский. – Л., 1928. – 200 с.
6. Тольский, А.П. Частное лесоводство. Основы лесокультурного дела. Ч. III. Лесные культуры (общая часть) / А.П. Тольский. – Л., 1930. – С. 388.
7. Тольский, А.П. Частное лесоводство. Основы лесокультурного дела. Ч. IV. Лесные питомники / А.П. Тольский. – Л., 1931. – 217 с.

РОЛЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РЕГУЛИРОВАНИИ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА

В.Д. БУРКОВ,
В.Ф. КРАПИВИН,
В.С. ШАЛАЕВ

В последние годы проблема воздействия атмосферного углекислого газа на глобальный климат Земли обсуждается учеными и политиками. Одни считают, что человечество за счет усиления парникового эффекта неизбежно изменит климатическую обстановку на земном шаре, а вследствие этого поменяются условия жизни, возможно, в худшую сторону. А потому необходимо ограничить промышленные выбросы CO_2 . Другие, соглашаясь с последствиями парникового эффекта, отрицают выдвинутую хорошо известным Протоколом Киото стратегию и полагают, что указанное ограничение (квоты) приведет к ухудшению экономики многих регионов земного шара, не решив проблему парникового эффекта и еще более обострив глобальную экологическую обстановку. Противники стратегии Киото считают, что предотвратить парниковый эффект можно только правильным управлением структурой земных покровов и введением жесткого контроля за загрязнением Мирового океана [1, 2, 4]. В связи с этим Межправительственная комиссия по изменению климата на 8-й сессии 1–2 июня 1998 г. в Бонне и на 14-й сессии 1–3 октября 1998 г. в Вене подготовила специальный доклад о роли стратегии использования земных покровов (особенно лесов) в глобальном балансе CO_2 . Этот доклад обсуждает проблему взаимосвязи антропогенной активности в области реконструкции земных покровов с распределением CO_2 и других парниковых газов в биосфере. Оцениваются различные сценарии, вытекающие из Протокола Киото и касающиеся проблемы воздействия человеческого общества на структуру земных покровов вообще и на залесенность территорий, в частности. Здесь дается анализ ряда проблем, возникающих из указанного доклада.

Леса как стоки углекислого газа

Статья 3.1 и приложение 1 Протокола Киото предусматривают ограничение, а за-

тем сокращение эмиссии парниковых газов в период 2008–2012 гг. До этого времени планируется решить цикл задач по оценке роли использования земной поверхности. В частности, сюда входят задачи формализованного описания процессов изменения структуры земных покровов, таких как облесение, лесонасаждение и обезлесивание, а также связанных с ними запасов углерода. Понимание метеорологических процессов как функций парниковых газов относится к одной из ключевых проблем человечества в первом десятилетии третьего тысячелетия. Только знание корреляций метеорологических явлений различного пространственно-временного масштаба с запасами CO_2 и других парниковых газов позволит принять корректные и конструктивные решения в области охраны глобальной окружающей среды.

Динамика наземных экосистем зависит от взаимодействий между биогеохимическими циклами, которые в последнее десятилетие XX столетия подверглись антропогенной модификации. Особенно это касается циклов углерода, азота и воды. Наземные экосистемы, в которых углерод сохраняется в живой биомассе, разлагающемся органическом веществе и почве, играют важную роль в глобальном круговороте CO_2 . Углерод обменивается между этими резервуарами и атмосферой через фотосинтез, дыхание, разложение и горение. Вмешательство человека в этот процесс происходит через изменение структуры земных покровов, загрязнение поверхности водных бассейнов и почвенных площадей, а также через непосредственную эмиссию CO_2 в атмосферу [1, 4].

Соотношение роли различных экосистем в формировании запасов углерода в резервуарах биосферы определяет скорость и направленность в изменениях региональных метеорологических ситуаций и глобальном климате.

Т а б л и ц а 1

Запасы углерода в растительности и метровом слое почвы [11]

| Биом | площадь 10 ⁹ га | запасы углерода (ГтС) | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|-------|-------|
| | | растительность | почва | сумма |
| Тропические леса | 1,76 | 212 | 216 | 428 |
| Умеренные леса | 1,04 | 59 | 100 | 159 |
| Бореальные леса | 1,37 | 88 | 471 | 559 |
| Тропические саванны | 2,25 | 66 | 264 | 330 |
| Умеренные луга | 1,25 | 9 | 295 | 304 |
| Пустыни и полупустыни | 4,25 | 8 | 191 | 199 |
| Тундра | 0,95 | 6 | 121 | 127 |
| Болота | 0,35 | 15 | 225 | 240 |
| Засеваемые площади | 1,60 | 3 | 128 | 131 |
| Итого | 15,12 | 466 | 2011 | 2477 |

Т а б л и ц а 2

Характеристика среднегодового глобального баланса CO₂ [11]

| Характеристика | Оценка, ГтС / уг | |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------|
| | 1980–1989 гг. | 1990–1998 гг. |
| Эмиссия CO ₂ за счет сжигания топлив и производства цемента | 5,5 ± 0,5 | 6,3 ± 0,6 |
| Накопление CO ₂ в атмосфере | 3,3 ± 0,2 | 3,3 ± 0,2 |
| Поглощение океанами | 2,0 ± 0,8 | 2,3 ± 0,8 |
| (1) – [(2) + (3)] | 0,2 ± 1,0 | 0,7 ± 1,0 |
| Эмиссия CO ₂ за счет изменения в использовании земельными ресурсами | 1,7 ± 0,8 | 1,6 ± 0,8 |
| (4)+(5) | 1,9 ± 1,3 | 2,3 ± 1,3 |

Точность оценки уровня этих изменений зависит от достоверности данных инвентаризации наземных экосистем. Об этом можно судить по данным табл. 1, где значительный разброс оценок запасов углерода в растительности различных типов позволяет говорить о важности более точной классификации наземных экосистем.

Антропогенная составляющая глобального баланса углерода, начиная с середины XIX столетия, вносит нарастающую амплитуду воздействия практически на все его природные элементы. С 1850 г. по 1998 г. было выброшено около 270(±60) ГтС в виде CO₂ в атмосферу за счет сжигания топлив и производства цемента. Около 136 (±55) ГтС поступило в атмосферу в результате антропогенной реконструкции земных покровов. Это привело к возрастанию в атмосфере CO₂ на 176 (±10) ГтС, т.е. парциальное давление углекислого газа в атмосфере возросло с 285 до 366 ppm (на 28 %). Другими словами, за 148 лет 43 % выброшенного углерода осталось в атмосфере и не было поглощено наземными или океанскими экосистемами (230(±60) ГтС было поглощено).

Некоторое представление о балансе углерода в глобальных масштабах дают данные табл. 2. Эта таблица показывает, что скорости и тренды накопления углерода в наземных экосистемах весьма неопределенны. Однако все же видно, что наземные экосистемы являются важными поглотителями избыточного CO₂. Понять детали такого поглощения можно только при моделировании процесса роста растений, т.е. при учете влияния на фотосинтез растений биогенных элементов почвы и других биофизических факторов.

Согласно табл. 1 наибольшее внимание детальному изучению следует уделять лесным экосистемам и связанным с ними процессам естественного облесения, восстановления и сведения лесов. Об этом говорят статьи 3.3 и 3.4 Протокола Киото, где указывается на необходимость определения национальных и международных стратегий управления лесами. Ведь объем резервуара для стока CO₂ из атмосферы в лесном массиве является функцией плотности его полога, а во временном промежутке изменение этого объема определяется уровнем и характером ди-

намических процессов перехода леса данного типа в другое состояние. Причем причины этого перехода могут быть естественными, антропогенными и смешанными. Биоценология пытается создать универсальную теорию таких переходов, но пока имеется только качественное описание наблюдаемых в действительности переходов. Как отмечается в Протоколе Киото, важным является правильное определение понятий облесения, восстановления лесов и обезлесивания. Под облесением понимают размещение леса на участке суши, который до этого был без леса в течение некоторого периода (20–50 лет и более) и использовался для других целей. Обычно этим термином определяют процесс естественной сукцессии за счет распространения леса на другие территории без вмешательства человека [7]. Процесс восстановления лесов определяется как замена лесом другого типа наземных экосистем путем высадки деревьев.

Обезлесивание – это замена территории леса другой экосистемой. Таким образом, в динамике лесной экосистемы возможны два противоположных процесса, управлять которыми может и природа, и человек. Каждый из этих процессов имеет разветвления, характеризующиеся спецификой динамики растительного покрова данной территории. Особый статус приобретает процесс высадки деревьев на территории, где исторически их никогда не было. В этом случае происходит скачок значимости данной территории в динамике CO_2 .

Табл. 3 иллюстрирует влияние процессов облесения /обезлесивания на запасы углерода при антропогенном сценарии ФАО

[11], где под лесом понимается участок суши не менее 0,5 га с деревьями высотой более 5 м, крона которых занимает более 10 % площади. Обезлесивание определяется как изменение земного покрова с сокращением площади кроны деревьев менее, чем до 10 %, а также изменение класса леса с негативными последствиями (например уменьшение продуктивности). Под облесением подразумевается искусственное размещение леса на территории, на которой ранее его никогда не было. Заметим, что «естественное расширение» (т.е. распространение леса на сельскохозяйственной территории без прямого насаждения) также в сценарии ФАО относится к процессу облесения. Наконец, под восстановлением леса понимается прямое искусственное насаждение деревьев на территориях, где лес ранее был удален.

Технология рассмотрения сценариев типа приведенного в табл. 3 не дает возможности найти тот, который можно рекомендовать для использования. Слишком упрощенный подход предложен в Протоколе Киото, чтобы можно было получить достоверные оценки динамики CO_2 как функции многих природных и антропогенных параметров.

Глобальные круговороты парниковых газов

Уже тот факт, что расхождение в оценках глобальных потоков углерода у различных авторов достигает 100 %, говорит о невозможности на современном уровне знания достоверно рассчитать глобальную динамику CO_2 и, следовательно, указать объективные причины для принятия решений (рекомендаций), аналогичных Протоколу Киото.

Т а б л и ц а 3

Оценка рассчитанного изменения среднегодового запаса углерода для сценариев облесения / обезлесивания

| Регион | RF | AF | TR | | FR | |
|-------------|------|---------|------|-----|--------|--------|
| | | | A | B | A | B |
| Бореальный | 35 | 0,4–1,2 | 0,5 | 0,1 | – 18 | – 185 |
| Умеренный | 60 | 1,5–4,5 | 2,1 | 1,9 | – 90 | – 501 |
| Тропический | 120 | 4–8 | 13,7 | 2,6 | – 1644 | – 1352 |

Обозначения: A – обезлесивание, B – облесение, RF – изменение среднего запаса C при обезлесивании, $tC / га$; AF – средняя скорость поглощения CO_2 при облесении, $tC/(га/год)$; TR – изменение площади ($10^6га/год$) в результате перехода между отсутствием леса и лесом; FR – прогноз изменения запасов углерода ($10^6 т C / год$) в 2008–2012 гг. в рамках сценария ФАО.

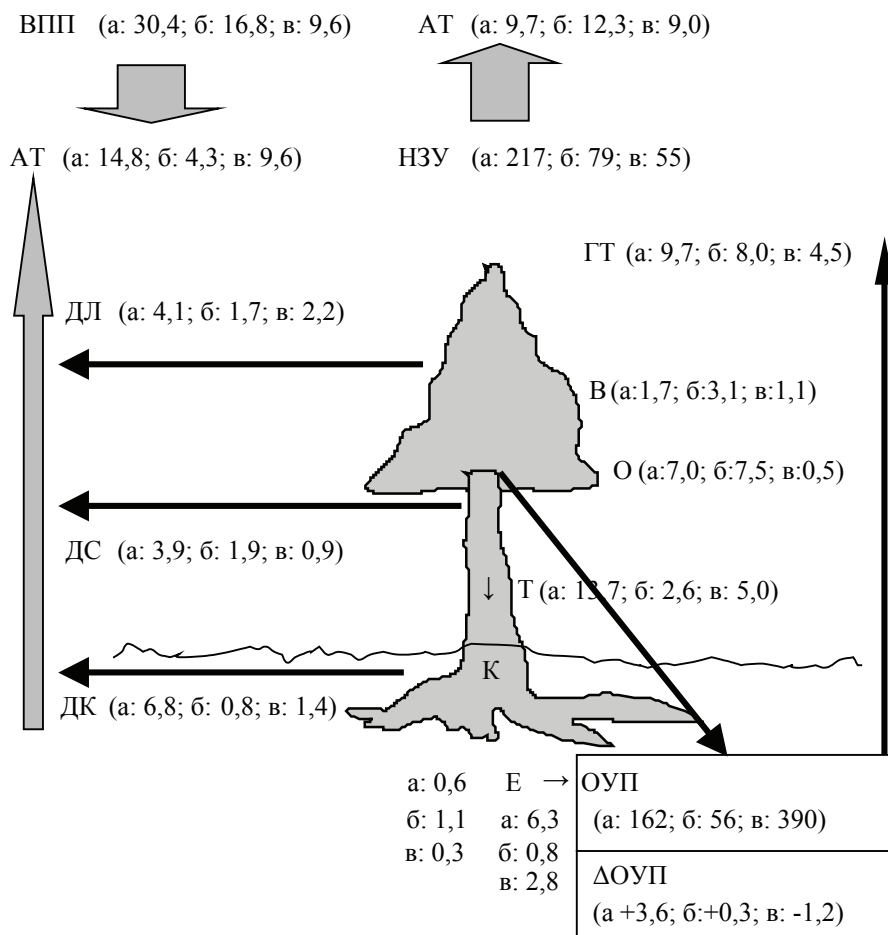


Рис. 1. Годовые запасы (тС/га) и потоки (тС/га в год) углерода для тропических (а), умеренных (б) и бореальных (в) лесов [11], учитываемые в глобальной модели круговорота углерода. Обозначения: ДК – дыхание корней; ДС– дыхание стволов; ДЛ – дыхание листьев; Т – перемещение углерода из наземной части дерева в корневую часть; В – чистый прирост наземной биомассы; ВПП – валовая первичная продукция; О – опад и отмершая биомасса; К – чистый прирост биомассы корней; Е – отмирание корней; АТ – дыхание; ОУП – органический углерод почвы; Δ_{ОУП} – чистый прирост ОУП; НЗУ – наземный запас углерода

Углекислый газ, который растворяется в океанах и поглощается растительностью, уходит из атмосферы через сложные механизмы биосферного круговорота вещества и энергии. В океанах таким механизмом является их карбонатная система, которая при определенных сочетаниях параметров окружающей среды отсасывает атмосферный CO₂ и отправляет его в донные отложения. Судьба CO₂, который фиксируется на суше, зависит от того, какая экосистема и какой резервуар углерода являются его поглотителем (например живая биомасса или почва). Углерод, фиксированный в резервуаре, через год или менее (листья, тонкие корни) возвращается в атмосферу или переходит в резервуары с временем оборота от декады до столетий

(стволы, стебли, сучья, органическое вещество почвы). В результате формируется чистый поток углерода между наземными экосистемами и атмосферой, внося небольшую неустойчивость между поглощением при фотосинтезе и различными процессами возврата углерода в атмосферу. Растения, микроорганизмы почвы, биохимические процессы и животные участвуют в формировании такой неустойчивости. Изменение климата и активность человека вносят определенный вклад в этот процесс путем трансформации структуры земных экосистем и загрязнения окружающей среды. По имеющимся оценкам чистое поглощение CO₂ наземной биосферой составляло 0,2 ± 1,0 ГтС/год в период 1980–1989 гг. и 0,7 ± 1,0 ГтС/год за

1989–1998 гг. (табл. 2). В то же время чистая эмиссия CO_2 по причинам антропогенного вмешательства в структуру земных покровов составляла $1,7 \pm 0,8$ ГтС/год и $1,6 \pm 0,8$ ГтС/год соответственно. В целом вариации глобального потока углерода оцениваются величиной ± 1 ГтС/год, и наблюдается четкая их корреляция с такими явлениями, как Эль-Ниньо или извержение вулканов [3, 4]. Суммарно поглощаемый растениями из атмосферы поток углерода колеблется около величины 120 ГтС/год. Обратное в атмосферу часть углерода возвращается довольно быстро за счет транспирации (≈ 60 ГтС/год) и разложения мертвого органического вещества (≈ 10 ГтС/год). Леса в этот баланс вносят наибольший вклад (табл. 1). При этом, как следует из рис. 1, различные леса могут иметь значительно расходящиеся внутренние и внешние запасы и потоки углерода. Отсюда следует, что усредненные по большим территориям оценки потоков углерода не дают даже приблизительной картины изменения его запасов в резервуарах биосферы и тем более с учетом их динамики. Поэтому многочисленные циркуляционные модели углерода, опирающиеся на такие данные, не могут быть объективным инструментом принятия решений.

Аналогичный вывод следует и относительно других парниковых газов, таких как CH_4 и N_2O . Концентрация метана возросла с 700 ppbv в преиндустриальную эпоху до 1700 ppbv в современности. Около $550 \cdot 10^6$ т CH_4 /год выбрасывается в атмосферу из различных источников. Начиная с 1980 г. и по 1990 г. возрастание содержания CH_4 в атмосфере шло со скоростью 13 ppbv / год, а в 1990 г. и 1996 г. она имела оценки 8 ppbv/год и 4 ppbv/год соответственно. Время жизни метана составляет около 9 лет. Вклад антропогенных источников метана в полный его поток в атмосферу оценивается величиной 70 %. Ясно, что в эту долю делают вклад не только непосредственные выбросы метана в промышленности и сельском хозяйстве, но и производимые человеком реконструкции земных покровов.

Источники другого важного парникового газа N_2O также тесно связаны со струк-

турой земных покровов. Глобальная эмиссия N_2O оценивается величиной $14 \cdot 10^6$ тN/год, причем антропогенный вклад в нее составляет 50 %. На эту величину существенное воздействие оказывают сельскохозяйственное использование земель, тропические леса и особенно увлажнение почв. Микробиологические процессы в почвах являются первичными источниками N_2O .

Использование земли напрямую влияет на процессы обмена парниковыми газами между наземными экосистемами и атмосферой. Изменения в использовании земли, такие как расчистка леса для расширения сельскохозяйственных угодий или населенных пунктов, вызывают синхронные (или с небольшим запозданием) изменения структуры земных покровов и распределения запасов углерода в наземных экосистемах. Эти действия связаны с необходимостью увеличения производства пищи, создания новых площадей для проживания и отдыха населения. Поэтому проблема сбалансированного регулирования процессов землепользования становится все актуальнее. Решить эту проблему с помощью предлагаемых в Протоколе Киото подходов невозможно. Необходимо внедрять методы экоинформатики, которые позволяют изучать систему *Природа / Общество* как единое целое, основываясь на комплексной глобальной модели, описывающей совокупность биогеохимических, биогеоценотических, климатических, демографических и социально-экономических процессов с привязкой их к пространственным масштабам и временным шкалам. Один из вариантов глобальной модели [1] использует пространственную географическую сетку $4^\circ \times 5^\circ$ с детализацией лесных массивов по схеме рис. 1. Эта модель дает оценку поглощения CO_2 , которая принципиально изменяет приводимые в [1, 8] данные сценарного моделирования. Соответственно изменяются и прогноз, и выводы. Безусловно, при этом необходимо учитывать все многообразие возможных сценариев [10].

Первичная продукция и углекислый газ

Взаимосвязь между глобальным циклом CO_2 и наземной растительностью проявляется через зависимость первичной про-

дукции и скорости разложения отмершей биомассы от температуры и концентрации CO_2 в атмосфере. Температурная зависимость наиболее ощутима в северных широтах, где среднегодовые вариации температуры могут достигать до 85°C , а период вегетации растений изменяется от 2 до 7 месяцев. Влияние атмосферного CO_2 на рост растений зависит от многих факторов. Различают два основных типа растений по форме их реакции на изменения парциального давления атмосферного CO_2 . Первый наиболее распространенный тип растений (тип C_3) обладает способностью фотореспирации, реализуемой за счет ферментов, которые могут одновременно поглощать и выделять CO_2 и O_2 . Этот процесс имеет так называемую компенсационную точку Γ , когда сбалансированность всех функций растения по отношению к CO_2 является оптимальной. Эта точка характеризуется $\Gamma \cong 50$ ммоль/моль при 25°C , растет с увеличением температуры и пропорциональна концентрации O_2 . Скорость насыщения светом фотосинтеза растений пропорциональна величине $(C_a - \Gamma)$ вплоть до уровня 1000 ммоль / моль, а эффективность начального использования света возрастает с увеличением CO_2 пропорционально отношению $(C_a - \Gamma) / (C_a + \Gamma)$.

Растения другого типа (тип C_4), такие как высокие тропические травы (маис, сахарный тростник, просо, сорго) усваивают CO_2 из атмосферы вне зависимости от концентрации O_2 , так что Γ остается практически неизменным и на низком уровне $\cong 5$ ммоль/моль. Эти растения слабо реагируют на изменение концентрации углекислого газа.

Многочисленные лабораторные исследования реакций растений обоих типов на изменение величины C_a говорят о большом разбросе количественных оценок вариаций фотосинтеза для типа C_3 . В среднем растения реагируют на изменение концентрации CO_2 с задержкой около одного месяца. При этом удвоение CO_2 может вызвать возрастание скорости фотосинтеза от 10 до 100 %. Дальнейшее увеличение C_a вплоть до 400 % приводит к появлению у некоторых растений эффекта насыщения фотосинтеза, т.е. добавка в скорости фотосинтеза может составлять еще до 20 %, а в некоторых случаях (например для *Setaria lutescens*) наблюдается угнетение фотосинтеза [5, 6]. Практически растения типа C_4 даже при современном значении C_a находятся в состоянии насыщения фотосинтеза. Было изучено влияние сезонной доступности воды для травяной экосистемы C_3/C_4 на чувствительность фотосинтетических реакций и было показано, что в зависимости от сочетания температуры и осадков преобладает продукция то одного, то другого типа растений [12].

Влияние CO_2 на растения имеет многогранный аспект, проявляющийся в изменении биогенного режима фотосинтеза. Пример такого влияния приведен в табл. 4. Конечно, элементный состав тела растения многообразнее. Он включает С, О, Н, N, S, P, К, Са, Mg, Fe, и обменные процессы в системе *растение-атмосфера* затрагивают такие химические соединения, как CO_2 , CH_4 , H_2O , H_2S , NH_3 и NO_2 . Живое растение состоит на 50–95 % из воды, а остальное так называемое сухое вещество включает 70–98 % сгораемого органического вещества.

Т а б л и ц а 4

Изменение содержания биогенных элементов в деревьях в результате воздействия в течение двух лет измененной концентрацией CO_2 для *Acer pseudoplatanus* (A) и *Fagus sylvatica* (F) [5, 6]

| Химический элемент | Концентрация CO_2 , ммоль/моль | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------------|---|------|------|------|------|
| | 370 | | 520 | | 670 | |
| | A | F | A | F | A | F |
| N | 1 | 1 | 1,09 | 1,11 | 1,17 | 1,21 |
| P | 1 | 1 | 1,10 | 1,33 | 1,20 | 1,50 |
| K | 1 | 1 | 1,15 | 1,21 | 1,27 | 1,33 |
| Ca | 1 | 1 | 1,17 | 1,13 | 1,25 | 1,23 |
| Mg | 1 | 1 | 1,14 | 1,22 | 1,29 | 1,22 |
| Mn | 1 | 1 | 1,00 | 1,08 | 1,07 | 1,25 |
| Fe | 1 | 1 | 1,43 | 1,17 | 1,54 | 1,50 |

Резервуары и потоки углерода в форме CO_2 в биосфере, учитываемые в имитационной модели глобального биогеохимического круговорота углекислого газа, представленной на рис. 2

| Резервуары и потоки углекислого газа | Идентификатор в модели | Средняя оценка резервуара (10^9т) и потока (10^9т/год) |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Углерод атмосферы | C_A | 650–750 |
| фотического слоя океана | C_U | 580–1020 |
| глубоких слоев океана | C_L | 34500–37890 |
| гумуса почв | C_S | 1500–3000 |
| Выделение при сжигании растительности | H_8^C | 6,9 |
| ископаемого топлива | H_1^C | 3,6 |
| Десорбция | H_2^C | 97,08 |
| Сорбция | H_3^C | 100 |
| Выветривание горных пород | H_4^C | 0,04 |
| Вулканические эманации | H_5^C | 2,7 |
| Поглощение наземной растительностью | H_6^C | 224,4 |
| Дыхание растений | H_7^C | 50–59,3 |
| людей | H_{10}^C | 0,7 |
| животных | H_{11}^C | 4,1 |
| Выделение при разложении гумуса почв | H_9^C | 139,5 |
| корнями растений | H_{15}^C | 56,1 |
| Жизнедеятельность населения | H_{12}^C | 0,3 |
| животных | H_{13}^C | 3,1 |
| Отмирание растительности | H_{14}^C | 31,5–50 |
| Выпадение в донные осадки | H_{16}^C | 0,1–0,2 |
| Растворение морских отложений | H_{17}^C | 0,1 |
| Разложение детрита в фотическом слое | H_{22}^C | 35 |
| в глубоких слоях океана | H_{18}^C | 5 |
| Подъем с глубинными водами | H_{19}^C | 45 |
| Опускание с поверхностными водами и за счет гравитационного оседания | H_{20}^C | 40 |
| Фотосинтез | H_{21}^C | 69 |
| Подземный сток | H_{23}^C | 0,5 |
| Поверхностный сток | H_{24}^C | 0,5–0,6 |
| Дыхание живых организмов в океане | H_{25}^C | 25 |

Другими словами, каждое растение на Земле характеризуется индивидуальной ролью в глобальном биогеохимическом цикле CO_2 и других химических элементов. Поэтому все существующие модели круговорота CO_2 , опирающиеся на грубые классификации почвенно-растительных формаций, являются неточными и вряд ли возможно оценить их достоверность в рамках существующих баз данных о растительном покрове и его параметрах.

Особое место занимают тундровые и лесотундровые биоценозы, на долю которых приходится около 4 % поверхности суши. Их роль в поглощении или выделении CO_2 имеет сезонный характер. Тундра с болотами, водоемами и озерами является поставщиком CO_2 в арктическую атмосферу [9]. Почвы арктической тундры играют в этом процессе особую роль. В период таяния снега они выделяют окись углерода (CO) и над поверхностью почв парциальное давление CO может достигать

величины 100 ppm при среднегодовой величине в 0,05 ppm. Содержание CO в пузырьках воздуха, выделяемых в водоемах и озерах при гниении биомассы, оценивается величинами 5÷20 ppm. У основания тундровых растений в весенний период воздух характеризуется парциальным давлением CO в 40 ppm, заметно уменьшающимся к концу лета. Как результат весной приповерхностная атмосфера в арктической тундре может иметь парциальное давление CO₂ до 2100 ppm. Что происходит с обменом CO₂ на границе атмосфера-тундра зимой практически неизвестно. Но имеются данные о фотосинтетической и респираторной активности тундровой растительности, из которых следует, что она сохраняется даже при освещенности 5÷7 Вт·м⁻¹·сут⁻¹ и температуре ниже 0°C [12]. А это означает, что тундровая растительность в конце лета и начале зимнего периода может быть стоком атмосферного CO₂. Имеется оценка оттока CO₂ из атмосферы за счет поглощения тундровой растительностью в 146 г·м⁻²·сут⁻¹ [9]. Поэтому для оценки роли почвенно-растительных формаций в глобальном цикле CO₂ необходимо в модели иметь достаточно детальную их пространственную и предметную классификацию. К сожалению, такие сведения в виде, пригодном для включения в модели, не существуют. А поэтому опубликованные оцен-

ки роли почвенно-растительных формаций, учтенных в глобальных моделях круговорота CO₂, нельзя признать достаточно точными.

Один из обнадеживающих результатов моделирования эффекта «фертилизации» за счет изменения концентрации атмосферного CO₂ приводится в работе [13], где на основе модели TsuViMo получена глобально распределенная оценка вклада различных типов растительности в изменение потока CO₂ на границе атмосферы и суши. Для сравнения этого результата с данными глобального моделирования [1] на рис. 3 приведены две кривые зависимости чистой первичной продукции наземной растительности от изменения парциального давления атмосферного CO₂. Имеющиеся различия между этими кривыми говорят о том, что учет в ГМ дополнительных обратных связей по сравнению с простой моделью TsuViMo уточняет указанную зависимость и наводит на мысль о необходимости более тщательного структурирования блоков глобальной модели. Тем не менее, следует также иметь в виду, что, несмотря на кажущуюся простоту параметрических описаний, принятых в TsuViMo, полученный с ее помощью результат достоверен из-за достаточно детального описания пространственной структуры растительных покровов (50×50 км).



Рис. 2. Блок-схема глобального биогеохимического круговорота углекислого газа в системе атмосфера-суша-океан. Описание резервуаров и потоков CO₂ дается в табл. 5

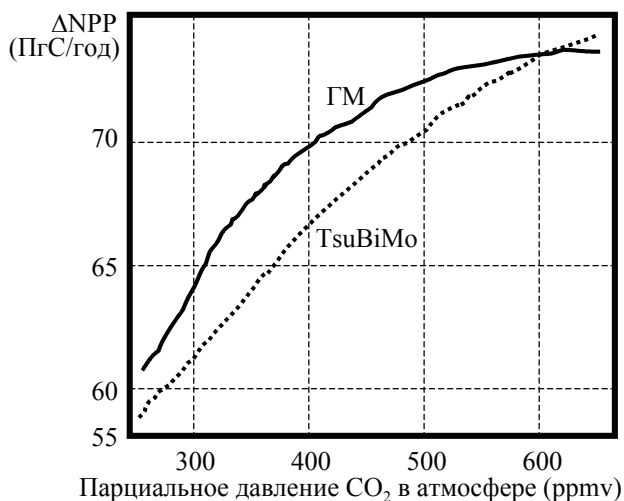


Рис. 3. Сравнение двух моделей глобального круговорота углерода по оценке отклика чистой первичной продукции растительности на изменение концентрации атмосферного CO₂. Обозначения: ГМ – глобальная модель [1], TsuBiMo – биосферная модель университета Tsukuba (Япония) [13], NPP – net primary production

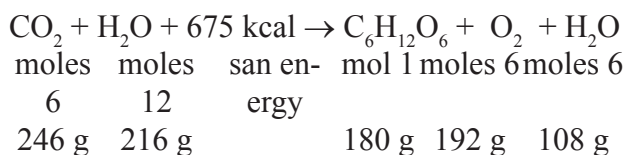
Поэтому стратегия моделирования глобального круговорота углекислого газа должна следовать парадигме полноты описания всей совокупности прямых и обратных связей с использованием наборов функциональных зависимостей, выбор между которыми осуществляется в процессе адаптивно-эволюционного имитационного эксперимента.

Потоки углерода между атмосферой и сушей

Взаимодействие между двумя резервуарами углерода – атмосферой и сушей – выражается наличием потоков углерода, формируемых экологическими, геофизическими и геохимическими процессами. Сюда относятся фотосинтез, респирация растений и животных, разложение мертвого органического вещества, сжигание растительности и топлива, вулканические эманации, выветривание горных пород и т.п. Какой из этих процессов может оказаться преобладающим, зависит от многих факторов. Поэтому в схеме рис. 2 и табл. 5 они учтены все.

Наиболее важным моментом в изучении глобального цикла углерода является поиск зависимости между наземной растительностью и атмосферой в плане обмена CO₂. Основой этой зависимости является то, что

все растения создают свою биомассу за счет усвоения атмосферных элементов С, О₂, Н, N, S, P, К, Са, Mg, Fe, среди которых главными являются углерод, кислород, азот и сера. Ясно, что при детальном анализе процесса фотосинтеза необходимо также учитывать кинетику CO₂, CH₄, H₂O, H₂S, NH₃ и NO₂. Минимальным требованием при обеспечении ассимиляции CO₂ является наличие CO₂, H₂O, света, хлорофилла и подходящих условий окружающей среды (температуры и влажности). Поэтому простейшая ассимиляционная формула может быть записана в следующем виде:



Эта формула применима для расчета баланса между растениями и атмосферой только по обмену углекислым газом, но не применима для воды, так как вода является лимитирующим фактором для фотосинтеза, и растения за счет неучтенной в формуле транспирации используют значительно больше воды. Более детальную картину вариации углеродного обмена можно восстановить на основе данных табл. 6. В моделях глобального уровня детализация процесса ассимиляции углерода должна вестись осторожно из-за опасности нарушения равновесного описания других процессов. Обычно это реализуется введением необходимых поправок. Например, учитываются возможные потери в балансовом соотношении фотосинтеза. По умолчанию эти потери составляют 20÷30 %, т.е. в среднем из 6 молей CO₂ получается 0,75 молей глюкозы.

Необходимо также учитывать пространственную неоднородность земных покровов, отличающихся по плотности биомассы и интенсивности образования органического вещества. Действительно, в среднем 90 % общей биомассы (≈830 ГтС) занимают лесные массивы (≈50 млн м²), из них 50 % составляют тропические леса (≈24,5 млн км²) и только 10 % (≈84 ГтС) относится к кустарникам, саваннам, лугам, пустыням, полупустыням, болотам и культивируемым землям.

Направленность изменений запасов углерода при различных формах реконструкции земных покровов [11]

| Тип реконструкции земного покрова | Направление изменений в запасах С | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---|-----------------------|---|---|---|
| | Биомасса | | Подстилка / древесина | | Q | M |
| | H | P | K | D | | |
| Культивируемая земля → лес | ↑ | ↑ | – | ↑ | ↑ | ↑ |
| Некультивируемая земля → лес | ↑ | ↑ | – | ↑ | ? | ↑ |
| Лес → культивиру- емая земля | ↓↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | – |
| Лес → пастбище | ↓↓ | ↓ | ↑ | ↓ | ? | – |

Обозначения: H – надземная, P – подземная, K – коротко живущая, D – долго живущая, Q – органическое вещество, M – производство древесины.

При этом процесс образования органического вещества неоднороден: лесные массивы – 33 ГтС / год, вся остальная растительность – 20 ГтС / год. Эти неоднородности приводят к мозаичной картине солнечной энергетики и поэтому должны учитываться при синтезе модели.

Взаимосвязь между глобальным циклом CO₂ и наземной растительностью проявляется через зависимость первичной продукции и скорости разложения отмершей биомассы от температуры и концентрации CO₂ в атмосфере с учетом указанной выше бинарной дискретизации типов растений на два класса.

Обозначим через $R_k(\varphi, \lambda, t)$ продукцию фотосинтеза для растительности типа k на широте φ и долготе λ в момент времени t . Тогда поток CO₂ из атмосферы в живую биомассу можно описать простой моделью

$$H_6^c(\varphi, \lambda, t) = C_{23} R_k(\varphi, \lambda, t),$$

где коэффициент C_{23} отражает эффективность механизма реакции фотосинтеза и в среднем оценивается величиной $C_{23} \cong 0,549$.

В работе [14] было предложено поглощение CO₂ растительностью аппроксимировать формулой

$$H_6^c = k_b(1 + \beta \ln[C_A / C_A^*]) C_k,$$

где параметр $\beta \in [0,1]$ является мерой способности растительной системы откликаться на увеличение парциального давления атмосферного CO₂, C_k – содержание углерода в биомассе k-го типа растительности, k_b – коэффициент пропорциональности, зависящий от температуры и типа растительности;

C_A^* – концентрация углекислого газа в атмосфере в доиндустриальный период.

Разные авторы дают оценку потока $H_6^c(\varphi, \lambda, t)$ в пределах от 16,7 до 35 ГтС / год. Такой незначительный разброс этих оценок позволяет надежно оценить коэффициенты в аппроксимациях H_6^c . Более точное описание H_6^c требует построения дополнительного блока модели, учитывающего взаимозависимость между [CO₂] и функционированием наземных биомов данной территории. Такие уточнения сделаны в работе [4]. Для описания функции R_k дополнительно используются эмпирические зависимости. В базу данных моделирующей системы заносится информация, подобная этой, а также сведения о параметрах почвенно-растительных формаций. Конечно, мировые данные о балансе CO₂ в биосфере достаточно противоречивы и формируются с опозданием и усреднением большие промежутки времени. Формулы регрессии, позволяющие рассчитывать продуктивность $F(T_a, W)$, запасы гумуса $H^o(T_a, W)$ и запасы фитомассы $B^o(T_a, W)$ в зависимости от температуры атмосферы T_a (°C) и осадков W (мм/год) имеют вид

$$\begin{aligned} F(T_a, W) &= 4,25 \cdot 10^{-4} T_a^3 - 8,76 W^3 - \\ &- 1,99 T_a^2 W + 4,29 T_a W^2 + 2,29 T_a^2 + 19,05 W^2 - \\ &- 8,79 T_a W + 4,56 T_a - 14,16 W + 4,18; \\ H(T_a, W) &= -5,16 T_a^3 - 161,4 W^3 - \\ &- 9,41 T_a^2 W + 6,79 T_a W^2 - 9,47 T_a^2 + 199,51 W^2 - \\ &- 4,37 T_a W + 7,47 T_a - 44,17 W + 4,93; \\ B(T_a, W) &= -9,02 T_a^3 + 225,79 W^3 + 1,11 T_a^2 W - \\ &- 29,39 T_a W^2 - 5,87 T_a^2 - 511,72 W^2 + \\ &+ 41,29 T_a W - 11,37 T_a + 356,97 W - 62,94 \end{aligned}$$

Для взаимодействия растительности с атмосферой характерно наличие потока CO_2 H_7^C , возникающего в результате процесса респирации. Поэтому, если T_k есть потери валовой продукции растениями типа k в процессе дыхания, то $H_7^C = C_{26} T_k$. В первом приближении можно положить $T_k = \gamma B_k$, где B_k – биомасса растительности, произведение γC_{26} отражает долю органического углерода, уходящего в единицу времени с поверхности растительного покрова в атмосферу.

Функционирование границы атмосфера-суша в процессе обмена CO_2 включает также потоки H_9^C , H_{14}^C и H_{15}^C , которые играют важную роль в углеродном балансе биосферы. В модели биосферного баланса CO_2 использованы следующие соотношения для описания этих потоков [10]

$$H_9^C = B_k / \theta_9, H_{14}^C + H_{15}^C = B_k / \theta_{14,15},$$

где θ_9 – время оборота углерода в почве;

$\theta_{14,15}$ – характерное время перехода углерода живой биомассы в почву (около 1000 лет).

Если же через R_Q обозначить скорость разложения гумуса и через M_k скорость отмирания растительности, то

$$H_9^C = C_{30} R_Q, H_{14}^C = C_{18} M_k, H_{15}^C = C_{15} B_k.$$

Если оценить запас углерода в подстилке величиной 421,1 т/км², из которых 12,95 т/км² ежегодно вымываются в почву, причем 82,5 % от этого количества задерживается в верхнем слое почвы мощностью до 8 см получаем оценку

$$C_{18} = 0.31.$$

Поток H_9^C имеет более сложную зависимость от параметров окружающей среды, таких как температура и влажность почвы. В глобальной модели по умолчанию H_9^C считается линейной возрастающей функцией. Нелинейные эффекты учитываются за счет неоднородности типов почв, проявляющейся через процессы окисления органического вещества. Наиболее инерционной системой является торф, занимающий около 4,3 млн км² и содержащий 860 Гт органического углерода. В устойчивом состоянии органическое вещество почвы в процессе окисления выделяет CO_2 и столько же углерода накапливает в процессе отмирания растений

$$H_9^C = H_{14}^C + H_{15}^C + H_{12}^C + H_{13}^C.$$

Для торфа и тропических лесов этот баланс не выполняется. Почва в тропических лесах выделяет CO_2 со скоростью, превышающей почти в два раза скорость поступления CO_2 в почву с отмершими растениями.

Чтобы модель обмена CO_2 на границе атмосфера-почва была полной, необходимо учесть геофизические и демографические аспекты формирования дополнительных потоков углерода. К ним относятся вулканические эманации (H_5^C), выветривание горных пород (H_4^C), жизнедеятельность животных (H_{11}^C , H_{13}^C) и человека (H_{10}^C , H_{12}^C) и сжигание растительности (H_8^C). Хотя некоторые из них в современную эпоху не играют существенной роли в общем балансе CO_2 , тем не менее учет этих потоков целесообразен для большей адекватности откликов модели в условиях стрессовых имитационных экспериментов. В моделях поток H_5^C обычно задается в виде функции времени и пространственных координат φ и λ как сценарий, потоки H_i^C ($i = 10, \dots, 13$) считаются пропорциональными численности населения G и животных F

$$H_{10}^C = C_3 G, H_{11}^C = C_2 F, H_{12}^C = C_{22} G, H_{13}^C = C_{21} F.$$

Относительно потока H_4^C известно, что при выветривании силикатных пород скорость экстракции CO_2 из атмосферы незначительна по сравнению с аналогичным процессом для карбонатных пород. Поэтому рассмотрим вклад этих пород в поток H_4^C . В условиях равновесия выполняется соотношение $[Ca^{2+}][HCO_3^-] / p_a = const$. Обычно полагают $2[Ca^{2+}] = [HCO_3^-]$, а потому

$$\Delta[HCO_3^-] / [HCO_3^-] = (\Delta p_a / p_a + 1)^{1/3} - 1.$$

Поток H_8^C отражает фрагмент антропогенного вмешательства в глобальный круговорот углекислого газа. Образование индустриального CO_2 может быть с достаточной точностью описано законом

$$H_1^C + H_8^C = \gamma_0 [exp(rt)]^6,$$

где $r \approx 0,029 \text{ год}^{-1}$.

Наземный круговорот углерода, безусловно, является более сложным. Поэтому детализацию наземного цикла углерода можно продолжить расчленением тела растений и почвы на составляющие. Этот процесс требует обширных знаний о биогеоэкологических пара-

метрах, что в глобальных масштабах возможно лишь в форме средних оценок фитомассы, биомассы стволов и корней, запасов органического вещества в подстилке и гумусе.

Затронутая проблема, безусловно, актуальна не только с точки зрения глобальных изменений окружающей среды, если понимать их с экологических, экономических, социальных позиций. По-видимому, даже на локальном уровне решение об изменении облика земного покрова должно приниматься на основе оценки глобальных последствий в будущем. Технология принятия таких взвешенных решений предлагается в работе Угольницкого и др. [3], и она уже получила название ГИМС-технологии.

Возвращаясь к Протоколу Киото, заметим, что, несмотря на многие вполне приемлемые заключения и сценарии, количественные оценки квот на выбросы парниковых газов не являются достаточно научно обоснованными. Ведь даже самые пессимистические оценки роли лесных экосистем в поглощении CO_2 из атмосферы имеют разброс от 10 до 27 %.

Решить проблему согласованно с динамикой глобальных изменений использования лесов возможно с помощью ГИМС-технологии, включающей модель динамики лесного фонда, которая описывает изменения структуры лесных площадей и таксационных показателей древостоя во времени в результате естественного роста насаждений и комплекса целенаправленных внешних воздействий.

С точки зрения всего человечества было бы и выгодно и целесообразно сосредоточить усилия специалистов различных наук, занимающихся проблемой глобального моделирования, в единый коллектив при какой-либо международной организации, создав, например, Международный центр информационного обеспечения исследований системы *Природа – Общество*.

Библиографический список

1. Кондратьев, К.Я. Моделирование глобального круговорота углерода / К.Я. Кондратьев, В.Ф. Крапивин. – М.: Наука, 2004. – 335 с.
2. Кондратьев, К.Я. Глобализация и устойчивое развитие: Экологические аспекты / К.Я. Кондратьев, В.Ф. Крапивин, Х. Лакаса и др. – Санкт-Петербург: Наука, 2005. – 241 с.
3. Угольницкий, Г.А. Управление эколого-экономическими системами / Г.А. Угольницкий. – М.: Вузовская книга, 1999. – 132 с.
4. Kondratyev K. Ya., Krapivin V. F., and Varotsos C. A. (2003). Global Carbon Cycle and Climate Change. Chichester: Springer-Praxis, 2003. – 344 pp.
5. Bazzaz F.A. Global CO_2 levels and the response of plants at the population and community levels. In: C. Rozenzweig and R. Dickinson (eds). Climate-Vegetation Interactions. UCAR, Maryland, 1986. – pp. 31-35.
6. Bazzaz F. A. Tropical forests in a future climate: Changes in biological diversity and impact on the global carbon cycle // Climate Change, 1998, V. 39, No. 2-3. – pp. 317-336.
7. Goldstein M.I., Corson M.S., Lacher T.E., and Grant W.E. (2003). Managed forests and migratory bird populations: evaluating spatial configurations through simulation // Ecological Modelling. 2003, V. 162, No. (1-2). – pp.155-175.
8. Jones C. D. and Cox P. M. Modelling the volcanic signal in the atmospheric CO_2 record // Global Biogeochem. Cycles, 2001, V. 15, No. 2. – pp. 453-466.
9. Laffleur P. M., Roulet N. T., and Admiral S. W. Annual cycle of CO_2 exchange at a bog peat-land // J. Geophys. Res., 2001, V. 106, No. D. – pp. 3071-3082.
10. Oppenheimer C. Volcanism // Geography, 1996, V. 81, No. 1. – pp.65-81.
11. Watson R.T., Noble I.R., Bolin B., Ravindranath N.H., Verardo D.J, Dokken D.J. (eds). Land use, land-use change, and forestry. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. – 377 pp.
12. Winslow J.C., Hunt E.R., and Piper S.C. The influence of seasonal water availability on global C_3 versus C_4 grassland biomass and its implications for climate change research // Ecological Modelling, 2003, V. 163, No. 1-2. – pp. 153-173.
13. Alexandrov G. and Oikawa T. TsuBiMo: a biosphere model of the CO_2 – fertilization effect // Climate Res., 2002, No. 19. – pp. 265-270.
14. Bjorkstrom A.A. A model of CO_2 interaction between atmosphere, ocean and land biota. In: Global Carbon Cycle. SCOPE-13. Wiley, New York, 1979. – pp. 403-458.

НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О НАЦИОНАЛЬНОЙ
ЛЕСНОЙ ПОЛИТИКЕ

В.С. ШАЛАЕВ

В настоящее время все отчетливее проявляется проблема ограниченности возможностей нашей планеты, в частности небезграничных природных ресурсов и ограниченной способности к нейтрализации, поглощению результатов антропогенного воздействия.

В 1972 г. была издана книга «Пределы роста» [10], переведенная на множество языков, ставшая в ряде стран бестселлером. В основу этой работы положена компьютерная модель World3, в которой с использованием множества статистических данных были смоделированы возможные сценарии развития мира с 1900 по 2100 г. Из выводов следовало, что человечество уверенно шло к катастрофе, избежать которой возможно было, лишь приняв меры по ограничению и регулированию роста производства и изменению критериев прогресса. Подчеркивалось невозможность бесконечного материального роста на физически конечной планете.

В 1992 г. в книге «За пределами роста» [11] подчеркивались весьма незначительные расхождения фактических глобальных тенденций за прошедшие 20 лет с прогнозами 1972 г. и продолжала обосновываться идея о необходимости остановки материального роста и перехода к устойчивому развитию общества. При этом как в свое время аграрная, а затем промышленная революции изменили направленность развития цивилизации, так и сейчас, по глубокому убеждению авторов, ожидаемая экологическая революция должна изменить приоритеты и ценностные ориентиры развития общества. Однако, если аграрная революция длилась тысячи лет, промышленная – сотни лет, на экологическую революцию при наблюдаемом экспоненциальном росте человечеству отпущены какие-нибудь десятки лет.

В 2007 г. издана третья книга тех же авторов «Пределы роста. 30 лет спустя» [1], где подчеркивается верность предшествующих прогнозов об имеющихся пределах рос-

та на планете и все большей необходимости взвешенной, разумной стратегии развития. И если в 1972 г. казалось, что население и мировая экономика с большим запасом вписывается в пределы емкости планеты, то к 1992 г. и в последние годы выясняется, что человечество уже вышло за пределы самоподдержания Земли и не всегда может остановиться. Действительно, влажные тропические леса вырубаются в недопустимых масштабах; общемировое производство зерна уже не в состоянии поддерживать рост населения; существенного роста морского вылова рыбы не произошло; природные катаклизмы с каждым годом обходятся все дороже; борьба за пресную воду и ископаемые виды топлива становится все жестче; США и другие ведущие страны продолжают увеличивать выбросы парниковых газов.

Ученые [12–14] оценили нагрузку на окружающую среду со стороны человека и сравнили ее с поддерживающей способностью планеты. Они определили экологическую нагрузку как земельную территорию, необходимую для получения нужного количества ресурсов (зерна, продовольствия, древесины, рыбы, площадей под застройку) и разложения выбросов, производимых мировым сообществом (диоксида углерода). Сравнив полученные значения с территориями, доступными на планете, Вакернагель заключил, что человечество уже расходует примерно на 20 % больше (по состоянию на 1999 г.), чем допускает уровень самоподдержания (потенциальная емкость планеты или же биоемкость) (рисунок).

График показывает долю поверхности планеты, необходимую для обеспечения человечества ресурсами и для разложения загрязнений. Расчеты ведутся для каждого года начиная с 1960 г. Потребности человечества сравниваются с доступными ресурсами. На самом деле, планета у нас только одна. Начиная с 80-х гг. потребности человека превышают возможности планеты, и выход за пределы в 1999 г. составляет порядка 20 % [1, 12–14].

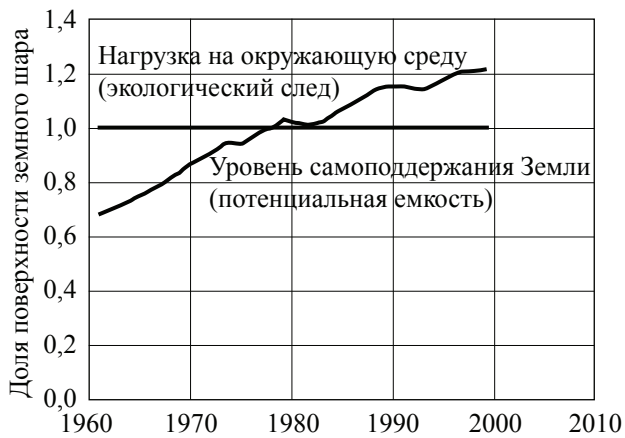


Рисунок. Нагрузка на окружающую среду и уровень самоподдержания (потенциальная емкость биосферы)

Принимая предложенный Вакернагелем показатель (нагрузка на окружающую среду или экологическая нагрузка, экологический след) и используя соответствующие математические методы, Всемирный фонд дикой природы публикует с 1998 г. данные по экологической нагрузке более чем для 150 стран в своих докладах «Живая планета». Из этих данных также следует, что с 80-х годов XX в. на планете ежегодно используется больше ресурсов, чем может быть восстановлено за тот же период, а экологическая нагрузка на внешнюю среду уже на 25 % (по состоянию на 2003г.) превышает ее регенеративную способность [2].

Герман Дейли предложил три простых правила, позволяющих определить пределы устойчивости для потоков сырья и энергии [15]:

- для невозобновимых ресурсов (ископаемые виды топлива, руды с высоким содержанием металлов и других соединений, грунтовые воды) устойчивая скорость потребления не может превышать устойчивой скорости, с которой для замещения невозобновимого ресурса может использоваться другой, возобновимый ресурс;

- для загрязнителей устойчивая скорость возникновения не может превышать скорость, с которой загрязнитель может быть разложен, поглощен или переработан средой без вреда для соответствующего стока;

- для возобновимых ресурсов (почвы, воды, леса, рыбы) устойчивая скорость ис-

пользования не может превышать скорость самовосстановления этих ресурсов.

Несмотря на простоту последнего правила, масса данных подтверждает, что по совокупности человечество расходует ресурсы планеты быстрее, чем они успевают возобновиться, а современный уровень развития весьма далек от целей устойчивого развития, поставленных мировым сообществом еще в 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро.

В табл. 1 приведены данные по странам с абсолютно наибольшим антропогенным воздействием на планету, самими большими величинами общего экологического следа [2]. Они обеспечивают около 70 % планетарного экологического следа. При этом лишь три страны из указанных: Российская Федерация, Бразилия и Канада – имеют экологический резерв. Это обеспечивается в значительной степени за счет объемов площадей биологически продуктивной территории и, в первую очередь, за счет лесных ресурсов. Тем более, что именно России, Бразилии, Канаде принадлежат наибольшие площади лесов и они занимают первые места в мировом распределении лесов между странами [3]. Из других стран, менее значимых по антропогенному влиянию на планету, экологический резерв имеют Австралия, некоторые страны Африки, Южной Америки.

Необходимо отметить, разложение количественного показателя общего экологического следа на основные составляющие его компоненты (застроенные земли, атомная энергия, CO₂ от сжигания ископаемого топлива, рыбопромысловые зоны, леса, пастбища, пахотные угодья) показывает весьма характерную картину: наиболее удручающая динамика среди составляющих – след от CO₂, связанный с использованием ископаемых видов топлива, увеличившийся, например, за период 1963–2003 гг. более чем в 9 раз.

Достаточно серьезна динамика по застроенным землям, атомной энергии, пастбищам и пахотным угодьям. При этом дефицит природных ресурсов может компенсироваться за счет наращивания в первую очередь лесных ресурсов.

Экологический спрос и предложение в отдельных странах

| Страны | Полный экологический след, млн гга, 2003 г. | Экологический след на душу населения, гга/чел. | Биоемкость, гга/чел. | Экологический резерв/дефицит (-), гга/чел. |
|-----------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------|
| Мир: | 14073 | 2,2 | 1,8 | -0,4 |
| США | 2819 | 9,6 | 4,7 | -4,8 |
| Китай | 2152 | 1,6 | 0,8 | -0,9 |
| Индия | 802 | 0,8 | 0,4 | -0,4 |
| Россия | 631 | 4,4 | 6,9 | 2,5 |
| Япония | 556 | 4,4 | 0,7 | -3,6 |
| Бразилия | 383 | 2,1 | 9,9 | 7,8 |
| Германия | 375 | 4,5 | 1,7 | -2,8 |
| Франция | 339 | 5,6 | 3,0 | -2,6 |
| Великобритания | 333 | 5,6 | 1,6 | -4,0 |
| Мексика | 265 | 2,6 | 1,7 | -0,9 |
| Канада | 240 | 7,6 | 14,5 | 6,9 |
| Италия | 239 | 4,2 | 1,0 | -3,1 |

Примечание: результаты сложения могут не совпадать с совокупными показателями из-за округления

Вместе с тем, в 1999 г. Всемирная комиссия по лесному хозяйству и устойчивому развитию констатировала: «Существует четкая мировая тенденция к массовому уничтожению лесных угодий... Текущие тенденции направлены на ускорение сведения лесов, уничтожение оставшихся очагов реликтовых лесов, прогрессирующее ухудшение качества остающихся лесных площадей. Преобладающая часть сохранившихся лесов истощается во все больших масштабах и находится под угрозой исчезновения». Действительно, до развития сельского хозяйства на Земле было от 6 до 7 млрд га лесов, сейчас – только 3,9 млрд га. Больше половины утраченных природных лесов планеты были сведены после 1950 г. В США утрачено 95 % исходных лесов. В Европе таких лесов практически не осталось. В Китае утрачено три четверти лесов [1].

В сентябре 2007 г. на базе и по инициативе Московского государственного университета леса была проведена Международная научно-практическая конференция «Национальная лесная политика России» [4]. Несмотря на взвешенность доклада «Основные приоритеты национальной лесной политики России» ректора Московского государственного университета леса профессора В.Г. Саняева, в большинстве представленных докладов превалировала «лесопотребительская» точка зрения, в меньшей степени рассматривались

«лесовосстановительные» процессы, т.е. лес прежде всего рассматривался как лесосырьевой источник.

С одной стороны, «... в европейской части из-за недостатка перерабатывающих мощностей и несовершенства лесного законодательства не используются значительные ресурсы древесины, особенно лиственной и низкокачественной» и «... анализ показывает, что даже при сегодняшнем, крайне низком уровне лесозаготовок, около 9 млн м³ заготовленной древесины вообще не находит применения ни в переработке, ни в экспорте», а с другой – говорится о необходимости резкого увеличения строительства лесовозных дорог, преимущественно круглогодичного действия в европейской части, и созданию развитой транспортной инфраструктуры в неосвоенных лесных массивах в азиатской части страны. Или же в другом докладе рассматриваются «ключевые проблемы лесного сектора экономики России» с позиций, в первую очередь, лесопотребления без учета реально существующих проблем лесовосстановления. Доклады «Внешнеэкономические аспекты национальной лесной политики» и «Лесной сектор мира: состояние, тенденции и перспективы развития» также рассматривают прежде всего аспекты производства и экспорта лесопромышленной продукции. Аналогичные взгляды присутствовали и на предшествующей конференции [5].

Ассортимент продуктов и ресурсов леса при его многоцелевом использовании

| Ресурсы | Способы ресурсного обеспечения | Продукты леса |
|---------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Древесные | Главные рубки, рубки ухода, санитарные и прочие | Основные виды лесопродукции (пиломатериалы, целлюлоза, бумага) |
| Технические | Подсочка леса (живица, гуттаперча) | Скипидар, канифоль, каучук и другое |
| | Заготовка коры | Танниды, красители, пробки и т.д. |
| Кормовые | Сенокошение | Сенаж |
| | Пастбища | Пастбищный корм |
| | Заготовка хвой и листьев | Хвойно-витаминная мука |
| Пищевые | Заготовка дикорастущих плодов | Фрукты, ягоды, грибы, орехи |
| | Подсочка березы, клена | Соки |
| | Пчеловодство | Мед, воск, прополис |
| | Лесохозяйничья хозяйства | Мясо животных, дичи |
| | Рыбное хозяйство | Рыба |
| Лекарственные | Заготовка лекарственных растений, плодов, хвой, кореньев | Медицинские препараты |
| Водные | Перевод атмосферных осадков в грунтовые воды | Чистые и минеральные воды, в том числе целебные |

Социальные, защитные и культурные функции леса (услуги и эффект)

| Функции | Услуги (полезности) | Эффект |
|------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Социальные | Рекреация, микроклимат и качество лесной среды | Здоровье |
| | Ландшафтная архитектура | Эстетический настрой |
| Защитные | Почвозащитные | Защита земли от эрозии |
| | Полезащитные | Прибавка урожая |
| | Пастбищезащитные | Прибавка кормов |
| | Водоохранозащитные и водорегулирующие | Охрана водных источников, регулирование гидрологического режима |
| | Средообразующие | Улучшение микро- и макроклимата, газового обмена атмосферы |
| | Заповедники | Защита биологического разнообразия |
| Культурные | Леса для научных целей, в том числе стационары | Получение новых знаний |
| | Памятники природы | Природные феномены |
| | Исторические памятники (мемориальные объекты) | Объекты леса, связанные с историческими событиями и деятелями |
| | Национальные парки | Экологическое воспитание и просвещение, охрана ландшафта |

Конечно, и в лесной политике развитых стран еще в 1970–1980 гг. доминировала чисто экономическая значимость лесов, которая сводилась исключительно к поиску экономической эффективности лесопользования – лесозаготовок и переработки древесины. Однако в последние десятилетия леса и лесное хозяйство все в большей мере рассматриваются с точки зрения триединства их

экономической, экологической и социальной значимости. При этом в современном мире, начиная с Конференции ООН по окружающей среде и развитию (1992 г.), на первое место в лесной политике развитых стран вышла экологическая и социальная значимость лесов и лишь после этого – экономическая [6].

Действительно, неоспорим и многообразен спектр как лесных ресурсов и продук-

тов леса (табл. 2), так и социальных, защитных и культурных функций леса (табл. 3) [7].

Простое перечисление ассортимента продуктов и ресурсов леса при его многоцелевом использовании и социальных, защитных, культурных функций леса позволяет усомниться в первостепенности его лесосырьевого значения. Как правило, экономические оценки аналитического порядка, особенно иностранных источников, подтверждают это.

Место лесов планеты в картине мира радикально изменилось в XX столетии. Леса перестали быть только источником материальных товаров и услуг, а также новых сельскохозяйственных угодий. Человечество приблизилось к пониманию первичной роли лесов как главного экологического каркаса жизнедеятельности людей на суше. Ценность лесов стала определяться не только рыночной стоимостью материальных ресурсов, но и участием в биосферных процессах, поскольку леса являются основным компонентом глобальных циклов биогенных веществ и энергии.

Прежде всего это круговорот воды, кислорода, азота и углерода, поскольку леса являются средоточием фотосинтезирующих растений, которые поглощают углекислый газ и воду, производя органическое вещество (фитомассу), кислород и водяные пары (процесс дыхания и транспирации растений). Леса регулируют поверхностный сток воды и сглаживают климатические и погодные колебания, благотворно влияя на развитие сельскохозяйственного производства и условия жизни человека. Кроме того, леса являются важным местом рекреации людей [8].

Многоцелевая и глобальная значимость леса, возможно сказать лесных экосистем, возрастает с каждым годом и будет наверняка прогрессировать по мере дальнейшего развития человеческого сообщества. Естественно, значимость лесов России как крупнейшей лесной державы мира будет неуклонно возрастать.

И здесь весьма уместно привести высказывание нашего классика М.М. Орлова [9], «... что лесов может не хватить на удов-

летворение потребностей человека и что вследствие этого обращение с лесами должно подчиняться некоторому расчету».

Библиографический список

1. Донелла Медоуз, Йорген Рандерс, Денис Медоуз. Пределы роста. 30 лет спустя / Пер. с англ. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 342 с.
2. Живая планета – 2006, доклад Всемирного фонда дикой природы (WWF) – Россия, 42с.
3. Страхов, В.В. Глобализация лесного хозяйства / В.В. Страхов, А.И. Писаренко, В.А. Борисов. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2001. – 400с.
4. Труды Международной научно-практической конференции «Национальная лесная политика России». – М.: МГУЛ, 2007. – 97 с.
5. Труды Международной научно-практической конференции «Национальная лесная политика России». – М.: МГУЛ, 2002. – 217 с.
6. Писаренко, А.И. Лесное хозяйство после конференции ООН 1992 г. по окружающей среде и развитию: критерии и индикаторы устойчивого развития: обзорная информация / А.И. Писаренко, В.В. Страхов, Л.И. Дмитриева. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – Вып. 3. – С. 1–24.
7. Моисеев, Н.А. Экономика лесного хозяйства: учеб. пособие / Н.А. Моисеев. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 384 с.
8. Писаренко, А.И. Лесное хозяйство и лесное сообщество России (175 лет развития государства, общества, лесной науки и практики) / А.И. Писаренко. – М.: ООО «Экосервис» (по заказу Федерального агентства лесного хозяйства), 2007. – 368 с.
9. Орлов, М.М. Лесоустройство. Том 1. Элементы лесного хозяйства / М.М. Орлов. – Л.: издание журнала «Лесное хозяйство, Лесопромышленность и топливо», 1927. – 428 с.
10. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows, Jorgen Randers and William W. Behrens III, *The Limits to Growth* (New York: Universe Books, 1972).
11. Donella H. Meadows, Dennis L. Meadows and Jorgen Randers, *Beyond the Limits* (Post Mills, VT: Chelsea Green Publishing Company, 1992).
12. M. Wackernagel et al., “Ecological Footprints of Nations: How Much Nature Do They Use? How Much Nature Do They Have?”, (Xalapa, Mexico: Centro de Estudios para la Sustentabilidad [Center for Sustainability Studies], March 10, 1997).
13. M. Wackernagel et al., “Tracking the Ecological Overshoot of the Human Economy”, *Proceedings of the Academy of Science* 99, no. 14 (Washington, DC, 2002): 9266-9271.
14. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.142033699.
15. Herman Daly. “Towards Some Operational Principles of Sustainable Development”, *Ecological Economics* 2 (1990).

РАЗВИТИЕ МОСКВЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕГАПОЛИСА

В.С. НИКОЛАЕВСКИЙ,
Х.Г. ЯКУБОВ

Москва за последние 50 лет превратилась в крупнейший мегаполис страны и мира, а вместе с окружающими в радиусе 50 км городами (около 40) представляет собой новый тип расселения – городскую агломерацию. Последняя занимает 13,3 тыс. км² с численностью населения почти 12 млн чел. Занимая около 0,3 % площади страны, агломерация вместила почти 10 % населения и значительную часть промышленного производства России. Плотность населения города составляет более 8,7 тыс. чел./км² и является одной из самых высоких в мире.

Так как формирование и застройка города начались (XII в.) и длительное время продолжались стихийно и бессистемно, без учета современных санитарно-гигиенических и экологических принципов, то это породило массу современных проблем в мегаполисе. Среди основных причин, вызвавших серьезное ухудшение условий среды и жизни населения города, стали:

- неудачное архитектурно-планировочное формирование и размещение структур города и транспортных коммуникаций;
- повышение плотности и многоэтажности застройки;
- чрезмерное скопление промышленных предприятий и автотранспорта;
- значительное загрязнение среды (воздух, почва, растительность) токсичными элементами и соединениями;
- неблагоприятное изменение гидрологического режима территорий (подтопление и др.);
- загрязнение и засоление почв из-за интенсивного использования противогололедных средств (NaCl и др.);
- длительное использование в промышленности устаревших технологий производства с высоким уровнем энергопотребления, природных ресурсов и выбросов вредных веществ;
- отсутствие научно обоснованной природоохранной политики, экологических

нормативов допустимого загрязнения среды и радикальных методов контроля за их соблюдением.

Несмотря на существенное снижение (на 46,5 %) валовых выбросов загрязнителей в Москве с 1975 по 2000 гг. (с 3297 до 1764,7 тыс. т), изменение состава их и высоты выброса [8], продолжают оставаться высокие уровни загрязнений воздуха и почв.

Загрязнение воздуха вызывает у детского населения увеличение болезней органов дыхания, а у взрослых – болезней системы кровообращения. Общая и первичная заболеваемость населения города за 3 года (1995–1998 гг.) увеличилась на 15–20 %. Более высокий уровень заболеваемости наблюдается у детей и в старших возрастных группах населения. По данным 1994 г. [7], среди школьников (7–11 лет) в относительно чистом районе Москвы здоровых детей было 19,4 %, в районе с умеренным загрязнением воздуха – 12,8, а с высоким – 6,6 %. Главная причина заболеваний органов дыхания – увеличение концентрации окислов азота от автотранспорта.

В жилых и промышленных районах города вследствие засыпки понижений и многих территорий промышленными отходами и мусором сформировались особые городские почвы (антропо- и урботехноземы) и урбоэкосистемы. Поэтому физико-механические, химические и агрохимические свойства почв и их плодородие существенно отличаются от естественных зональных почв. В связи с высоким уплотнением почв (1,47–1,85 г/см³) и запечатанностью их поверхности асфальтом и бетоном (95–97 % в центре и 20–30 % на окраинах), а также накоплением в них тяжелых металлов (суммарный показатель концентрации (СПК) в центре – 68, срединная часть города – 38, окраины – 22) и противогололедных соединений условия произрастания зеленых насаждений в мегаполисе крайне неблагоприятны [2, 7]. Это в свою очередь отражается на физиологических (фотосинтез, транспирация

и др.) и экологических (регуляция чистоты воздуха и микроклимата) функциях зеленых насаждений города. Снизилась их роль в поглощении и обезвреживании поллютантов, архитектурно-эстетическое значение из-за нарушения роста и строения крон, облиственности их и уменьшения сроков вегетации и жизни растений. Установлено [1], что промышленность и автотранспорт агломерации используют кислорода из атмосферы в 10 раз больше, чем продуцирует его вся растительность Московской области в процессе фотосинтеза.

На территории Москвы сохранились естественные лесные массивы (31 лесопарк, площадь – 61800 га). Зеленый фонд города включает кроме того 17 лесопарков, 17 городских, 58 районных и 9 специальных парков, 14 садов, 700 скверов и 100 бульваров общей площадью 35 тыс. га. Общая площадь озелененной территории города – 450 км², или 38 %. Обеспеченность жителей города насаждениями – 16 м²/чел., а с учетом всех видов озелененных территорий – 54,8 м²/чел.

Средний возраст насаждений города 30–50 лет (65 %), в центральной части Москвы от 50 до 80 лет (40 %). Насаждения лесопарков и садов находятся в хорошем состоянии, а расположенные вблизи автомагистралей – в неудовлетворительном состоянии (усыхающих деревьев здесь более 30 %). В несколько лучшем состоянии насаждения в жилых микрорайонах, дворах и на улицах со слабым движением автотранспорта. Прослеживается четкая корреляция в изменении визуального (санитарного) состояния деревьев и насаждений с уровнем антропогенных нагрузок как по зонам города, так и по типам озелененных территорий в каждой из трех зон [2, 8]. Так, в центре города, где более высокие уровни загрязнения воздуха и почв, большинство деревьев и насаждений – сильно и средне ослабленные, в средней зоне города – ослабленные и средне ослабленные, на периферии – слабо ослабленные и ослабленные. Также изменяются оценки санитарного состояния древесных растений и насаждений в каждой из трех зон города в зависимости от типов озелененных территорий: магистрали и улицы, скверы и сады, бульвары, парки и лесопарки. В засушливые годы из-за недостатка влаги в почве и запечатанности их

заметно ухудшается состояние деревьев и насаждений, но сильнее на территориях с повышенным загрязнением среды.

В условиях мегаполиса отмечено значительное сокращение летней вегетации деревьев и сроков жизни их (на 10–40 лет), плохое развитие и облиственность крон, уменьшение размеров листьев и увеличение их ксеморфности. Многие насаждения в центральной и срединной зонах города потеряли декоративность и архитектурные свойства из-за постоянного усыхания деревьев и плохого развития крон. В последнее время возникла проблема удаления и замены таких деревьев и насаждений, повышения их декоративности путем использования в зеленом строительстве новых интродуцированных видов.

Исследования последних лет показали, что зеленые насаждения города имеют пониженную физиологическую активность в течение всей вегетации и особенно в период участвовавших засух, что связано с недостатком влаги в почве и отсутствием уходов и поливов, а также с загрязнением воздуха и почв. Это вызывает необходимость пересмотра нормативов озеленения крупных городов в сторону из увеличения в 1,5–2 раза. Снижение физиологической активности зеленых насаждений в мегаполисе в 1,7–2,5 раза, зарегистрированное нами, должно вести к такому же снижению поглощения и обезвреживания промышленных газов, т.е. санитарно-гигиенической функции. Поэтому возникает острая необходимость разработки методов повышения и поддержания повышенной физиологической активности зеленых насаждений и их поглотительной способности, а также устойчивости к антропогенным воздействиям. С другой стороны, необходимо снижать влияние на древесные растения экстремальных природных факторов (засухи и др.), которые даже в большей степени подавляют физиологическую активность растений, усиливая действие на них техногенных факторов.

Первый опыт ОАО «Прима-М» в саду «Эрмитаж» [2], показал, что этого можно добиться с помощью интенсивных мер ухода за насаждениями (внесение минеральных удобрений и активных соединений, поливы, дождевание и др.). Технология специальных

мер ухода за насаждениями должна быть разработана и с учетом характера антропогенных нагрузок, видового состава насаждений, плотности и состояния их, а также почвенно-грунтовых свойств территорий.

Санитарно-гигиеническая и экологическая функции зеленых насаждений мегаполиса изучены явно недостаточно. Исследователи в большинстве случаев оперируют показателями поглощения вредных газов растениями, полученными в кратковременных экспериментальных условиях. Если используются данные химических анализов листьев с деревьев в городе, то часто не учитывается разная способность у видов к перераспределению ингредиентов по растению, возможность обратного удаления их в воздух и вымывания атмосферными осадками [3, 5]. Поэтому относительная роль растительности и отдельных видов в поглощении газов и регулировании чистоты воздуха в экосистемах может как занижаться, так и завышаться. Для того чтобы поддерживать чистоту атмосферного воздуха в городе на уровне гигиенических нормативов при условии соблюдения предприятиями показателей ПДВ, необходимо увеличить санитарно-защитные зоны в 5 и более раз. Точных расчетов ширины защитных зон в зависимости от способности связывания поллютантов зелеными насаждениями пока еще нет. Наши соображения основаны на анализе экологической ситуации в Москве и Подмосковье [5]. Суммарные выбросы промышленности и автотранспорта в мегаполисе, вероятно, превышают расчетные ПДК минимум в 10 раз, так как концентрации многих ингредиентов на улицах выше ПДВ в 4–10 и более раз. Поэтому зона распространения их в северо-восточном направлении достигает по данным лихеноиндикации [5] 90–100 км. Снижение промвыбросов в Москве до ПДВ, т.е. в 10 раз, может сократить зону их распространения и влияния до 10 км, а также будет содействовать улучшению состояния зеленых насаждений и их экологических функций в городе. При этом известно, что поллютанты отдельных предприятий поглощаются наземными экосистемами санитарно-защитных зон лишь на 10–15 %, а остальные сносятся потоками воздуха за пределы зон. Следовательно,

растительность мегаполиса может связывать из воздуха не более 10–15 % выбросов промышленности и автотранспорта.

В Москве нарастают серьезные экологические проблемы, от решения которых зависят состояние зеленых насаждений и здоровье населения. Современная тенденция развития города ведет к формированию мегаполиса по типу Нью-Йорка и Токио, в которых уплотнение и высотное строительство превратило их в каменные ущелья с постоянным смогом и чахлой растительностью. Плохие почвенные условия, недостаток света и ухода нарушают рост и развитие древесных растений, формирование их крон и ассимиляционной поверхности, снижая их декоративность и эколого-гигиенические функции.

За период работы ОАО «Прима-М» нами выполнен большой комплекс экологических исследований. Разработаны впервые дифференцированные временные экологические нормативы допустимого загрязнения воздуха для зеленых насаждений города по 7 ингредиентам [5, 7]. По большинству из них оказалось, что показатели допустимых концентраций ниже гигиенических ПДК. Разработаны метод и формула расчета средневзвешенного балла визуального и декоративного состояния древесных растений и насаждений [2, 5]. Новая система показателей состояния деревьев и насаждений позволяет легче и надежнее оценивать различия в состоянии последних в зависимости от породного состава, возраста, погодных условий и уровней антропогенных нагрузок.

Обоснована необходимость унификации шкалы категорий санитарного состояния деревьев и возврата к единой шестибальной системе для всех видов (хвойные и лиственные). В этом случае рекомендуется использовать другие формулировки категорий визуального состояния: 1 – здоровое, 2 – слабо ослабленное, 3 – средне ослабленное, 4 – сильно ослабленное, 5 – усыхающее, 6 – усохшее дерево. Использование «нолевого» балла (контрольные здоровые растения) в оценке состояния растений недопустимо с позиций математики. Показана недостаточная обоснованность выбора показателей (признаков) для оценки декоративного состояния де-

ревьев [2]. Разработан новый метод оценки устойчивости древесных видов к комплексу и разному сочетанию антропогенных и неблагоприятных природных факторов по показателю средневзвешенного балла визуального их состояния [6].

Нами обосновано и предложено [2, 8] оценивать влияние антропогенных и природных неблагоприятных факторов на древесные растения и насаждения мегаполиса биофизическим методом с помощью моста переменного тока и твердых игольчатых электродов. Метод позволяет регистрировать изменение физиологического (жизненного) состояния растений под влиянием любых экстремальных воздействий по изменению электрической емкости (в пикофарадах) прикамбиальных тканей. Он позволяет оценивать устойчивость видов, а также изменение и нарушение поглотительной и экологической функций растений и насаждений.

Нами разработан и апробирован [2, 5] в условиях Подмосковья и Москвы новый лихенометрический метод индикации загрязнения воздуха и экологического зонирования территорий по показателям состояния эпифитной лихенофлоры. Метод позволяет оценивать загрязнение воздуха в показателях индекса чистоты воздуха (ИЧВ) и в мг/м^3 в переводе на действие чистого диоксида серы. Им можно регистрировать среднегодовые уровни загрязнения воздуха от 1–3 мкг/м^3 (естественный биогеохимический фон SO_2) до 40–50 мкг/м^3 (опасное для древесной растительности). Этот метод необходим и незаменим при осуществлении экологического мониторинга путем инвентаризации состояния наземных экосистем и уровней загрязнения воздуха на больших территориях и в крупных городах [4, 5].

Наиболее опасными факторами воздействия и риска в Москве, вызывающими ослабление и нарушение функций растительности, являются (в порядке снижения опасности):

- засоление почв от применения противогололедных средств;
- участвовавшие в регионе засухи и недостаток влаги в почве;
- высокая степень уплотнения почвы и закрытие ее поверхности асфальтом и бетоном, нарушающими поступление к корням

влаги и воздуха, а также деятельность полезной микрофлоры;

- ухудшение агро- и геохимических свойств почвы, ее плодородия и накопление в ней тяжелых металлов;

- загрязнение воздуха и почвы промышленными и транспортными загрязнителями;

- влияние болезней и вредителей [2].

Нами разработаны [2–8]:

1 – экологическое зонирование территории города по факторам риска, типам и уровням воздействия загрязнителей на растительность; выявлены территории с различающимися на 1 – 2 порядка уровнями опасности для зеленых насаждений;

2 – информационно-справочно-аналитическая компьютерная система для сбора, хранения, обработки и использования банка данных экологического мониторинга в Москве;

3 – экологические основы мониторинга загрязнения среды и состояния зеленых насаждений города, начато формирование новой стратегии озеленения и содержания насаждений;

4 – новая концепция и методология экологического мониторинга и охраны природы страны, основанные на территориальной инвентаризации природных систем и введении международно согласованных «лимитов» на промышленные выбросы и любые антропогенные воздействия на природу.

Нами разработана формула расчета указанных для Земли, отдельных стран, регионов, городов и промышленных предприятий на основе и с использованием правила 10 % годичной продуктивности фитосферы Земли, страны, региона [6].

Анализ выполненных в ОАО «Прима-М» работ позволяет сформулировать важнейшие задачи по улучшению зеленого строительства и состояния зеленых насаждений в мегаполисе, по развитию экологических исследований, решению проблем охраны природы и здоровья населения. К ним следует отнести:

- 1) необходимость разработки методов и программ, позволяющих прогнозировать изменение состояния и экологической активности древесных растений и насаждений

в зависимости от изменения погодных-климатических условий и уровней антропогенных нагрузок;

2) изучение санитарно-гигиенической (поглощительной) способности зеленых насаждений в городе в зависимости от уровней загрязнения среды, состояния растительности, структуры, состава и плотности насаждений, а также условий вегетации (гидротермический и радиационный режимы);

3) изучение устойчивости видов древесных растений к комплексу антропогенных факторов при разном их сочетании и интенсивности воздействия, а также методов ухода и повышения выносливости растений;

4) организацию постоянного контроля за функциональной эколого-физиологической активностью растительности, разработку методов ее повышения;

5) территориальную инвентаризацию уровней загрязнения воздуха в мегаполисе лихенометрическим методом и экологическое зонирование города по степени опасности;

6) разработку и обоснование экологических нормативов допустимого загрязнения воздуха и почв промышленными поллютантами и тяжелыми металлами;

7) необходимость планомерной реконструкции зеленых насаждений мегаполиса с целью повышения их экологической роли в регуляции микроклимата и чистоты атмосферного воздуха, архитектурно-эстетического значения;

8) дальнейшую разработку, обоснование и внедрение в мегаполисе новой концеп-

ции и методологии экологического мониторинга и охраны природы;

9) разработку новых и эффективных методов фитоиндикации загрязнения среды и состояния, функциональной активности древесных растений и насаждений.

Библиографический список

1. Акимова, Т. Сравнительный анализ и оценка экологического состояния районов Московской области. / Т. Акимова, В. Хавкин, В. Батан и др. – М.: Аслан, 1994. – 48 с.
2. Аналитический доклад. Состояние зеленых насаждений в Москве. – М.: Прима-М, 1998–2005. – Вып. 1–5, 7, 8.
3. Николаевский, В.С. Биологические основы газустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 278 с.
4. Николаевский, В.С. О новой концепции и методологии экологического мониторинга и охраны природы / В.С. Николаевский // Известия ТРТУ «Экология – море и человек». – Таганрог, 2000. – С. 18–22.
5. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
6. Николаевский, В.С. Новая методология охраны чистоты атмосферного воздуха / В.С. Николаевский, Х.Г. Якубов // Материалы четвертой международной научно-практической конференции. – Днепропетровск: ПП Монолит, 2007. – С. 41–43.
7. Якубов, Х.Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в Москве / Х.Г. Якубов. – М.: ООО Стагирит-Н, 2005. – 262 с.
8. Якубов, Х.Г. Влияние природных и антропогенных факторов на жизнедеятельность зеленых насаждений Москвы / Х.Г. Якубов, В.С. Николаевский // Материалы четвертой международной научно-практической конференции. – Днепропетровск: ПП Монолит, 2007. – С. 55–57.

ЛЕСА МОСКОВСКИХ ООПТ: РЕКРЕАЦИЯ ИЛИ ОХРАНА ПРИРОДЫ

О.В. БЕДНОВА

Замысел организации сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в начале 70-х гг. прошлого века получил теоретическое оформление в концепции Б.Б. Родмана об экологической поляризации биосферы и природных территорий. Согласно этой концепции города и заповедники должны сосуществовать как равноправные полюсы культурного ландшафта, в котором население размещается с наименьшим ущербом для ок-

ружающей природы, и «чтобы естественный ландшафт не страдал от близости города и не мешал ему расти, их надо отодвинуть друг от друга, соединив их амортизирующими прокладками из промежуточных функциональных зон» [12]. Сохраненные природные территории в этом случае обеспечивают полезными эколого-информационными потоками нарушенные территории. Экологическая поляризация территориального ландшафта

служит, таким образом, стабилизирующим механизмом в стрессовой ситуации. Конечно, здесь речь идет о больших масштабах – о природных территориях между центрами урбанизации, включая зоны ассимиляции городов. Московский мегаполис – некая уменьшенная копия такой огромной поляризованной территории, но копия в искаженных пропорциях: природные фрагменты оказались отодвинутыми, изолированными друг от друга преобразованными пространствами, да еще и при меньшем долевым участии в общем балансе территории. Сейчас на долю природного комплекса Москвы приходится 30 % территории города. Это разнокачественный природный каркас, куда входят и природные экосистемы (с разной степенью сохранности естественной основы), и природно-антропогенные экосистемы – озелененные территории, спектр разнообразия и диапазон жизнеспособности которых очень велики. Но важно то, что с сохранностью островов поддержания естественного биоразнообразия на территории Москвы основа для стабилизирующего механизма сохраняется.

Задолго до появления концепции об экологической поляризации биосферы и природных ландшафтов в градостроительстве оформилась (а в России, в том числе и в Москве, приобрела популярность официально с 1912 г. благодаря В.Н. Семенову) очень близкая по смыслу концепция «зеленых связей», «зеленых осей» – своеобразных экологических коридоров в виде полос зеленых насаждений, связывающих отдельные городские растительные группировки с городскими и пригородными лесами. Она была основополагающей при разработке генеральных планов развития Москвы и в 1935, и в 1970 гг. Природоохранная идеология, сформировавшаяся в Москве в последние десятилетия прошлого века, обоснованная приоритет ценности природного комплекса и реализованная закреплением правового статуса природного комплекса и организацией региональной сети особо охраняемых природных территорий, поддерживала стремление к непрерывности и реабилитации экологических коридоров. Реальное развитие градостроительной ситуации разрушило стройность концепции. Разработчики Гене-

ральной схемы озеленения Москвы на период до 2020 г. отмечают, что в реальности организация природных территорий направлена на формирование непрерывного каркаса города, в то время как система озеленения становится все более сложной, разнообразной, дисперсной, и придают в этих условиях особое значение дифференцированным приемам и методам озеленения в урбанизированной среде. Но система ООПТ при этом остается природным каркасом [9]. Оптимальное развитие событий видится сопряженным с такой стратегией управления природным комплексом, при которой обеспечивается поддержание возможности спонтанного развития и предотвращение нарушения природных экосистем при высокоэффективной системе городского озеленения. Но на сегодняшний день в работе тандема «природное-озелененное» видятся проблемы и улавливаются противоречия. Их источники усматриваются в некоторых аспектах стратегической линии системы экологического управления столицы, связанной с повышением рекреационного потенциала природного комплекса.

Начало целенаправленной выработки адекватного для условий мегаполиса нормативно-методического обеспечения развития земель природного комплекса было положено специальными постановлениями Правительства Москвы: № 869 от 27 октября 1995 г. «Об основных направлениях сохранения и развития территорий природного комплекса Москвы» и № 564 от 27 июля 1998 г. «О мерах по развитию территорий природного комплекса», закрепляющих необходимость организации особо охраняемых природных территорий регионального значения. Знаковым для природоохранной политики столицы стало принятие закона г. Москвы «Об особо охраняемых природных территориях в г. Москве» от 26.09.2001. Многочисленность соответствующих постановлений Правительства Москвы, (особенно постановлений о внесении изменений в предыдущие постановления...), прорывающийся с августа 2004 г. и совершенствующийся по сей день проект закона о комплексе природных и озелененных территорий г. Москвы, свидетельствуют о том, что положение дел остается нестабильным.

Природный комплекс Москвы

| Территории природного комплекса Москвы | Площадь, тыс. га | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | Существующее положение | Проектные предложения |
| Природные территории | 23,0 | 24,8 |
| Особо охраняемые природные территории | 15,9 | 24,8 |
| Иные природные территории (лесные массивы, луга, долинные комплексы) | 7,1 | – |
| Озелененные территории | 8,3 | 10,0 |
| Озелененные территории общего пользования, в том числе | 4,3 | 6,2 |
| – сады и парки | 2,5 | 3,7 |
| – скверы | 0,7 | 0,8 |
| – бульвары | 1,1 | 1,8 |
| Озелененные территории ограниченного пользования (пансионаты, санатории, профилактории, больницы и пр.) | 2,4 | 2,4 |
| Озелененные территории специального назначения (кладбища, зоны технических коммуникаций и др.) | 1,6 | 1,4 |
| Резервные территории | 3,5 | – |
| ИТОГО | 34,8 | 34,8 |

Существующую в границах Москвы в настоящее время сеть сохранившихся природных территорий можно назвать уникальной. Прежде всего потому, что это природные территории не просто в урбанизированных условиях, а в условиях самого северного мегаполиса мира. Специфичны их пространственная организация, биологическое и биотопическое разнообразие. Вследствие процесса экологической поляризации ландшафта под давлением урбанизации Москва получила следующую картину фактической пространственной сохранности фрагментов природного комплекса на момент организации сети ООПТ в 1998 г. Лесные массивы сохранились в виде островных лесных экосистем разной степени нарушенности: 36 крупных и более 70 мелких лесных массивов, фрагментарно сохраняющих черты зонального лесного биологического разнообразия [1]. Благодаря сложностям рельефа и заболоченности сохранились заметные участки долин малых рек, сохраняющие естественный облик и биоразнообразие, в том числе и свойственное пойменным лесам. Большая часть лесов на территории Москвы вошла в состав сети ООПТ на момент ее официального утверждения в 1998 г. До настоящего времени, несмотря на высокую степень антропогенных воздействий, нарушение биологической устойчивости городских лесных

экосистем проявляется, как правило, на локальных участках территорий, а случаи массового усыхания или повреждения довольно редки. Состояние большей части городских лесов можно оценить как дигрессивно метастабильное [6], т.е. адаптированное к условиям урбанизированной территории. Но, как правило, в труднодоступных для рекреации местах (оползневые склоны, заболоченные пойменные местообитания и т.п.), изолированных от источников техногенных воздействий, локально сохраняются полноценные лесные сообщества с богатым набором элементов зонального биоразнообразия. Например, в границах природного заказника «Воробьевы горы», месторасположение которого определяет условия существования, близкие к экстремальным для природной территории по степени антропогенной нагрузки, по склонам можно обнаружить фрагментарные участки высоко жизнеспособного вязовника с ясенем, а в припойменной террасе – неприступные, редкие для Москвы черноольшаники.

В настоящее время ООПТ как федерального, так и регионального уровней добиваются природоохранных результатов главным образом запретительными методами. Невысокую эффективность этой стратегии констатируют ведущие авторы концептуаль-

ных разработок в области заповедного дела в России [3]. Поскольку территории отдельных охраняемых природных объектов и общие площади сетей ООПТ относительно невелики, они не способны в полной мере сохранить биоразнообразие и поддержать экологическое равновесие в своих границах, а тем более способствовать экологической стабилизации регионов в целом. Например, есть расчеты оптимальных с точки зрения сохранения экологического равновесия соотношений эксплуатируемых и естественных экосистем для каждой ландшафтной зоны: так, в лесостепной и лесной зонах естественные экосистемы должны занимать 25–50 % площади. Существенное увеличение общей площади ООПТ в большинстве регионов России уже нереально. Поэтому единственный выход видится в экологизации природопользования на используемых, но пока еще мало нарушенных территориях, подвергающихся экстенсивной эксплуатации. В какой мере это применимо к московским ООПТ, где «страсти накаляются особо» (здесь даже запретительные меры в полной мере неэффективны), и какие аспекты оптимизации природопользования здесь целесообразны?

Природные и природно-антропогенные (озелененные) территории занимают треть жизненного пространства урбоэкосистемы столицы.

Согласно Генеральному плану развития города Москвы к 2020 г. площадь ООПТ в составе природного комплекса должна вырасти с 15,9 тыс. га (по данным на 2005 г.) до 24,8 тыс. га. Этот статус должны получить все природные территории, сохранившиеся в черте города и являющиеся природным наследием столицы. Анализ положения свидетельствует, что это преимущественно природные фрагменты по долинам рек. Сообщается также, что источником увеличения площади ООПТ будут восстановленные природные экосистемы пустырей [5]. Таким образом, заметного приращения площадей, занятых лесными насаждениями, не ожидается. Но вот пример того, что происходит в реальности. В конце 2006 г. Л.А. Бочин сообщил в печати [2], что в течение года из состава природного комплекса Москвы было выведено 475,7 га, а

введено – уже 510,9 га. При этом изъяты, по словам руководителя Департамента природопользования и охраны окружающей среды Москвы, преимущественно «территории, занятые гаражами и свалками, в романтическом порыве необдуманно включенные в состав ООПТ». Да, действительно такое имеет место, но наряду с этим происходят и иные изменения. Например, из территории природного заказника «Долина реки Сетунь» изъяты два больших участка лугов из разряда ключевых местообитаний. Компенсацией при этом послужили небольшой заброшенный парк (ул. Довженко) на территории бывшей военной части и огромная площадь нерекультивированной бывшей свалки в районе Очаковской промзоны (т.е. резервная для природного комплекса территория). Последняя использована под пересадку крупномерных деревьев из зон застройки – сомнительное по своей экологической эффективности мероприятие: ни средозащитные, ни рекреационные функции при этом не усилились, а факт визуального загрязнения природной среды, хозяйственные проблемы – налицо. К тому же, превратившись в ожившие страницы учебников по лесной фитопатологии и лесной энтомологии, посадки создали экологическую опасность для сопредельного массива Троекуровского леса – лесной экосистемы высокой природной ценности [10]. Целесообразно ли приращение площади ООПТ за счет таких озелененных и резервных территорий?

Дело здесь не только в тенденциях к качественно неравноценной замене и механическому приращению площадей ООПТ. Московское правительство целенаправленно проводит линию на усиление рекреационного потенциала природного комплекса. Казалось бы, расширение площади ООПТ за счет озелененных и резервных территорий этой стратегии полностью соответствует: используются необратимо нарушенные земли, а нагрузка на природные участки снижается. Но ведь озелененные и природные территории в едином природном комплексе – это единство и борьба противоположностей. Безусловно, их объединяет общность функций: природоохранные, средоформирующие, рекреационные. Но менталитет-то у них разный

(приоритет природоохранных функций остается за природными территориями, а за озелененными – рекреационными), а следовательно, разные стратегии управления и тактика хозяйствования. На вновь присоединенной бывшей резервной или озелененной территории реабилитация, благоустройство, поддержание будут осуществляться по регламенту озелененной территории, требуя больших затрат и постоянного внимания специалистов. ООПТ в настоящее время не располагают специалистами по фитопатологическому мониторингу (если не считать ботанических садов и дендрологических парков, если те входят в структуру природно-исторических парков) и не способны вовремя локализовать очаги вредителей и болезней. Но именно на озелененных территориях из-за избытка в посадках пород-интродуцентов процветают завезенные в свое время с посадочным материалом изумрудная ясеневая узкотелая златка (*Agrius planipennis*), охридский минер (*Cameraria ohridella*) на каштане конском, к тому же бесконечной проблемой служат ильмовые заболонники и голландская болезнь вяза (возбудитель *Ophiostoma ulmi*). Если в системе озелененных территорий, патронируемых структурами по благоустройству и озеленению, вопросы защиты насаждений более или менее решаются (во всяком случае для них организована общегородская система зеленого мониторинга [5]), то для озелененных территорий, присоединенных к границам ООПТ, ситуация разрешается с запозданием – уходит много времени на переговоры и контракты, контроль выполнения мероприятий и т.п. При этом отвлекается внимание от многочисленных проблем по сохранению природных комплексов, начиная с налаживания эффективной охраны от физического вторжения нарушителей и заканчивая природовосстановительными мероприятиями. К тому же наблюдаются и отрицательные обратные связи граничного «альянса» озелененных и природных территорий, юридически объединенных в одну ООПТ: «выбранный» парковый газон переходит в «выбранный» пойменный луг, по берегам реки в пойменном лесу вместо живописной естественной древесной растительности после основательной рубки

появляются габионы, придающие реке вид городского канала, в краевой зоне леса появляются нежизнеспособные деревья – жертвы операции по пересадке из зоны застройки и т.п. Подобное можно назвать антимерами по поддержанию и восстановлению биологического разнообразия, отнюдь не работающими на повышение эффективности природного комплекса. Причем весьма дорогостоящими.

Такое положение приводит к выводу: вновь создаваемые по периферии ООПТ озелененные территории должны управляться соответствующей озеленительной структурой. Благоустроенные и ухоженные по законам жанра городского озеленения и благоустройства (с прудами, газонами, посадками древесно-кустарниковой растительности, клумбами, скамейками и т.д.) они быстро способны оформиться в рекреационные зоны и станут играть роль буферной прослойки для ООПТ, осажда «тяжелые фракции» рекреантов. В идеале представляется благоустройство территории по системе лугопарка: горожане предпочитают полуоткрытые пространства. Прилегающая же природная территория, в свою очередь, с благодарностью ответит полезными эколого-информационными потоками – миграцией полезной фауны (насекомоядных птиц, насекомых энтомофагов, опылителей растений), семенами видов аборигенной флоры. Хорошим примером могут послужить лесная зона Парка Победы на Поклонной горе (как раз пример лугопарка) и близлежащие участки природного заказника «Долина реки Сетунь» (суходольные луга, Матвеевский и Волынский леса) до сих пор еще не охваченные (но планируемые к преобразованию) волной тотального благоустройства и озеленения: белки и дятлы (бесплатные – без вольеров и клеток), насекомые-опылители процветают на территории парка, на ландшафтных полянах встречаются луговое-лесные виды растений, грибы. Рекреационная комфортность территории парка при этом повышается, а рекреационная нагрузка на прилегающие территории природного заказника минимизирована. Еще лучше, если между новоиспеченной озелененной территорией и природной будет небольшая переходная зона (находящаяся, возможно, уже на балансе

ООПТ), где режим озелененной территории ослаблен, но уже имеют место меры по поддержанию биоразнообразия: более редкий режим выкашивания, причем мозаичного, избирательное бережное отношение к самосеву древесно-кустарниковой растительности, сохранение местообитаний сапрофагов (отдельные пни, коряги. и т.п.) и отдельных старых дуплистых деревьев при условии полной жизнеспособности их крон. Особенно это актуально для территорий природных заказников в долинах рек, иначе какой смысл придавать им статус заказника, если в долине ничего природного, кроме воды в реке, не остается?

А теперь о другой группе противоречий между природным и озелененным в жизни московских ООПТ, касающихся лесных экосистем. Предпроектная работа по организации ООПТ, работа над «Красной книгой города Москвы», мониторинговые исследования в городских лесах более или менее привели в известность сведения о состоянии лесов в Москве и их биологическом разнообразии (видовом и экосистемном). Лесные экосистемы ООПТ при разной степени нарушенности в общем сохраняют структуру лесных экосистем и главное свое богатство – лесную биоту [7]. Безусловно, лесные участки московских ООПТ не могут избежать участи рекреационной нагрузки и рекреационное благоустройство всегда будет обязательным пунктом в планах развития ООПТ. Но последнее должно трактоваться как природоохранная мера, а не как услуга по обслуживанию населения – ведь речь идет уже не о лесопарках, а о лесах в составе охраняемых природных территорий. Собственно, большая часть из них длительно находилась в системе лесопаркового ведомства (до учреждения сети ООПТ), параллельно с антропогенной эксплуатацией проходил процесс экологической поляризации территории сообразно степени рекреационных нагрузок. Обустройство и благоустройство тогда было главным плановым направлением в менеджменте лесопарков, но основной недостаток этой действенной меры – зависимость от финансирования. Так, в период социально-экономического спада в первой половине 90-х гг. мно-

гие достижения в этой сфере были утрачены и лесная рекреация приняла достаточно стихийный характер, что способствовало усилению антропогенной трансформации лесных экосистем. Но исследованиями в рекреационных лесах установлено, что территориальная локализация рекреационных нагрузок позволяет избежать деградации природных комплексов, а благодаря благоустройству ускоряется процесс демутиации лесной растительности [6]. Поиск компромиссного решения при этом требует проведения инвентаризационных исследований, продуманной пространственной организации территории, лесовосстановительных мероприятий. Стратегии реабилитации (реставрации) лесных сообществ уже давно проверены практикой: при лесовосстановительных мероприятиях отдавать предпочтение местным видам, сохранять ярусность фитоценозов, сохранять старые деревья (только в случае опасности для людей делать исключения), гнилые пни, оставлять (или даже создавать) фрагментарно труднопроходимые участки, сохранять мозаичную структуру лесных экосистем [7, 13]. Но в настоящее время вместе с изменениями в градостроительной ситуации, реформами в сфере природопользования в городе на лесные территории ООПТ пришло хозяйственное направление, которое условно можно обозначить как «озеленение леса»: лесовосстановительные мероприятия подменяются озеленительными.

Результаты «озеленения леса» следующие. В лесу появляются жертвы пересадки со строительных площадок (обезвершенные или многоствольные крупномерные деревья, больные и с многочисленными механическими повреждениями молодые деревца, многочисленные экземпляры клена американского), засаживаются ландшафтные поляны – хранители биоразнообразия лесных лугов. Но при этом безжалостно уничтожаются старовозрастные жизнеспособные деревья, подлесок, подрост, являющиеся важными элементами структурного разнообразия лесных биогеоценозов, поддерживающими экологические ниши многих лесных организмов и, прежде всего, птиц и животных-детритофагов. В значительной степени это можно

связать с расширением предложения и конкуренцией на рынке услуг, предоставляемых многочисленными фирмами, специализирующимися на озеленении и благоустройстве, сфера их деятельности распространилась и на лесные участки ООПТ. В лес они приходят как фирмы-подрядчики, выигравшие конкурс. Доминирование их деятельности бесспорно оправдано в условиях зон охраны историко-культурных объектов в природно-исторических парках, при благоустройстве прогулочных зон, зон рекреационной деятельности. В зонах же заповедных участков или в «экологических зонах», как предлагается в проекте «Закона о природных и озелененных территориях» и представляется более уместным, зонах охраняемого ландшафта, т.е. в «особо сохраняемых» участках ООПТ, да и вообще в полноценных участках леса, фрагменты которых могут встретиться независимо от функциональной зоны, как максимум целесообразны только благоустроительные приемы, связанные с организацией экологических троп, т.е. ненавязчивые элементы ландшафтного дизайна в умеренных количествах и габаритах (лесная мебель, мостики, и т.п.). Мероприятия по оптимизации лесных сообществ, может быть, и могут осуществляться при помощи вышеозначенных фирм, но в целом должны проводиться под контролем специалистов по лесной экологии, лесному хозяйству.

Меняются времена, меняются досуговые пристрастия населения. И прогулочная, и пикниковая, и спортивная рекреация остаются в силе. Но размах двух последних видов заметно сузился – у людей для этого появились другие возможности, зато оставшаяся в лесах память о былых пикниках и футбольно-волейбольных площадках в виде прогалин требует залечивания лесовосстановительными мероприятиями: не благоустройством и озеленением, а экологической реставрацией – посадкой древесных биогрупп, созданием ремиз или подлесочных куртин, воссозданием мест обитания «краснокнижных видов» и т.д. К сожалению, появился новый вид лесной «рекреации» – бомжовизация. Это социальный вопрос, но ясно, что необходимо совершенствовать систему охраны территории от вторжения.

Полноценная лесная среда, основа которой лесное экологическое разнообразие (видовое и структурное) во всей полноте взаимосвязей, психологически воспринимаются человеком как гармония, красота, таинство природы. И это стимулирует к рекреации особого рода – бродить по лесу: с фотоаппаратом, с мольбертом, с грибной корзинкой, просто созерцать... И этот вид рекреации отнюдь не из разряда массового отдыха населения и не требующий огромных затрат на благоустройство прогулочных зон. Конечно, здесь уместно упомянуть и об экологическом просвещении, организации экологических троп (но не «экологических трактов» чуть ли не с вертолетными площадками), а ведь это тоже рекреация особого вида – познавательная. А как живет природа, чем интересен и полезен лес московскому школьнику (не всегда различающему породы деревьев), лучше объяснить в полевых условиях, приведя в лес, в разный лес: в полноценное лесное сообщество, в типичный лесопарковый участок, благоустроенный для рекреационного использования, в краевую зону леса по границе с крупной автомагистралью и т.п. (следует отметить, что с 2007 г. в московских школах для десятиклассников вводится обязательный учебный курс «Экология Москвы и устойчивое развитие»). Тогда экскурсия по экологической тропе станет одновременно мероприятием и познавательным и цивилизующим рекреацию, а в конечном итоге – природоохранным.

Бесспорно, главная функция, или «экосистемная услуга», как принято в терминологии международного экологического сообщества, природного комплекса Москвы – средообразующая, но тогда рекреация – это дивиденды с услуги. Качество предоставляемой услуги зависит от степени «состоятельности» ее производителя, т.е. от жизнеспособности природного комплекса, которая, в свою очередь, определяется не только соотношением площадей природных и озелененных территорий в общем балансе, но и способностью города (властей и менеджеров природоохранного дела) обеспечить сохранение возможности спонтанного развития естественных экосистем, а для Москвы – прежде всего лесных. Последнее можно считать эко-

логическим индикатором устойчивого развития столицы. Если этого не принимать, то к чему же тогда утверждение соответствующих концепций и доктрин [4, 11]?

Библиографический список

1. Авилова, К.В. Не Москва ль за нами? Об охране живой природы в Москве / К.В. Авилова // Охрана дикой природы. – 2004. – № 2. – С. 4–7.
2. Бочин, Л.А. Природный комплекс как костяк города / Л.А. Бочин // Московская среда. – 20-25 декабря 2006. – № 47 (202). – С. 3.
3. Волков, А.М. К концепции охраняемых природных территорий России / А.М. Волков // Заповедники и национальные парки. – 1999. – № 28. – С. 31–40.
4. Генеральный план развития города Москвы до 2020 года. Официальный сервер Правительства Москвы. – <http://www.mos.ru>.
5. Доклад о состоянии окружающей среды в Москве в 2003 году. – М.: ООО «Инсайт Полиграфик», 2004. – 84 с.
6. Ибрагимов, А.К. О дигрессивно-стабилизирующих процессах в деградирующих лесных экосистемах / А.К. Ибрагимов, А.В. Подольский, С.Ф. Ряполов и др. // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: сб. научн. тр. – Вып. 5.– Брянск: БГИТА, 2003. – С. 106–109.
7. Красная книга города Москвы. – М.: АБФ, 2001. – 624 с.
8. Морозова, Г.В. Сегодня территории природного комплекса Москвы чуть ли не официально считаются резервными – для застройки. – Интервью корреспонденту газеты «Известия» Б.Степовому. «Известия» (№213) от 17.11.2006. – С. 7.
9. Омеляненко, Г.Б. Генеральная схема озеленения Москвы на период до 2020 / Г.Б. Омеляненко; под общ. ред. Х.Г. Якубова // Проблемы озеленения крупных городов: альманах. – М.: «Прима-М», 2007. – Вып. 12. – С. 67–69; С. 47–51.
10. Оценка состояния и определение биоценологического потенциала лесных экосистем природного заказника «Долина реки Сетунь». Отчет НИР по Договору 09/05/154 / О.В. Беднова, П.Н. Меланхолин, А.С. Короленко и др. – М.: МГУЛ, 2005. – 210 с.
11. Постановление Правительства Москвы № 760 от 4.10. 2005 «Об экологической доктрине города Москвы» / Официальный сервер Правительства Москвы. – <http://www.mos.ru>.
12. Родоман, Б.Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и рекреационных ресурсов. Ресурсы, среда, расселение / Б.Б. Родоман. – М.: Наука, 1974. – С. 150–163.
13. Смирнова, О.В. Реконструкция истории лесного пояса Восточной Европы и проблема поддержания биологического разнообразия / О.В. Смирнова, С.А. Турубанова, М.В. Бобровский и др. // Успехи современной биологии. – 2001. – Т. 121. – № 2. – С. 144–159.

ЛЕСНОЙ КАРАНТИН: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

С.С. ИЖЕВСКИЙ

Предстоящее вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) делает для Россельхознадзора неизбежным следование положениям международного «Соглашения о применении санитарных и фитосанитарных мер» (Соглашение СФМ – SPS Agreement). Основное требование ВТО и ССФМ к национальным фитосанитарным регламентам заключается в их объективности. Научно не обоснованные карантинные меры рассматриваются как неоправданные барьеры в торговле. Повышенные требования предъявляются и к составлению национальных перечней карантинных объектов, обоснованию включения в них тех или иных организмов.

В связи с этим своевременно и важно пересмотреть обоснованность включения в «Перечень вредителей растений, возбудите-

лей болезней растений, растений (сорняков), имеющих карантинное значение для Российской Федерации» (далее – перечень) вредителей лесных растений. Переосмысление целесообразности включения в перечень этих объектов особенно важно в связи с постоянно меняющимся характером, спецификой и направленностью потоков лесной продукции в международной торговле.

В настоящей статье сделана попытка ответить на вопросы: действительно ли лесам России угрожают чужеземные вредители? И если угрожают, то какие из них представляют реальную опасность и должны быть включены в перечень, а какие нецелесообразно рассматривать в качестве карантинных объектов?

Чужеземные насекомые, развивающиеся за счет древесных растений, в случае их заноса в новые регионы могут порой оказать-

ся чрезвычайно вредоносными. Вот лишь несколько примеров.

В 30-х гг. прошлого столетия широколиственным лесам Канады наносила огромный вред проникшая из Европы зимняя пяденица (*Operophtera brumata*). А в 60-е гг. катастрофический ущерб соснякам в западных провинциях причинял другой палеарктический вид – сосновый рыжий пилильщик (*Neodiprion sertifer*), вынуждая повсюду применять против него пестициды.

Гибель хвойных насаждений в Японии от сосновой стволовой нематоды американского происхождения (*Bursaphelenchus xylophilus*), переносчиком которой являются жуки-дровосеки (главным образом представители р. *Monochamus*), приобрела масштабы национального бедствия.

Случайно завезенный с неокоренной хвойной древесиной в Грузию из северных районов бывшего СССР большой еловый лубоед (*Dendroctonus micans*), впервые обнаруженный в Боржомском ущелье в 1956 г., по вредоносности долгие годы занимал в Грузии первое место среди лесных вредителей. Для подавления его очагов потребовалась государственная программа по интродукции, разведению и расселению природных врагов дендроктона.

В настоящее время карантинные службы США и ряда европейских стран озабочены появлением на их территории азиатского усача (*Anoplophora glabripennis*), занос которого с его родины – Китая происходит с деревянной тарой. Этот усач представляет реальную угрозу изреженным листовым древесным насаждениям.

Как же воспрепятствовать трансграничным переносам вредных лесных насекомых? Возможно ли это в принципе в наш век интенсивных межгосударственных торговых связей? И кто может взять на себя решение подобной задачи? Попытаемся ответить на эти вопросы.

В 30-е годы прошлого столетия при Наркомземе СССР была создана единая Государственная карантинная служба. Основная возложенная на нее задача состояла в контроле над ввозом в страну сельскохозяйственной продукции и живых растений. В 1934 г.

вышло постановление Совнаркома СССР «Об охране территории Союза ССР от заноса и распространения сельскохозяйственных и лесных вредителей». С этого времени карантинная служба традиционно входит в состав Министерства сельского хозяйства. До определенного времени это было целесообразно, поскольку реальную угрозу для растениеводства страны представляли чужеземные объекты, угрожающие исключительно сельскохозяйственным культурам.

Европейские страны давно объединили усилия в области защиты и карантина растений. С 1951 г. успешно функционирует Европейская и средиземноморская организация защиты растений (ЕОЗР). Составленный и постоянно пересматриваемый ЕОЗР обширный Перечень карантинных организмов имеет для стран-членов организации рекомендательный характер. В 1990-е гг. стала формироваться Служба карантина и защиты растений стран европейского сообщества (ЕС). Ею также составлены перечни карантинных объектов, которые, однако, носят уже законодательный характер для стран-членов ЕС (Council Directive 2000/29/EC).

С 2005 г. эти перечни объединены и теперь представляют собой единый документ.

В России деятельность Службы карантина растений (ныне в составе Россельхознадзора) осуществляется на основе Федерального закона «О карантине растений», принятом в 2000 г. Целью федерального закона является обеспечение охраны растений и продукции растительного происхождения от карантинных объектов на территории РФ. При этом под карантинными объектами понимаются «вредные организмы, отсутствующие или ограниченно распространенные на территории РФ».

Наиболее опасные вредные организмы, занос или самостоятельное проникновение которых на территорию РФ из-за рубежа вполне вероятны, включаются в перечень. В соответствии с перечнем осуществляется вся деятельность национальной Службы карантина растений. Во всех местах (пунктах) пересечения товарами (грузами) государственной границы проводится карантинный контроль (досмотр) ввозимой в страну продукции, с которой подобные объекты могут быть занесены.

Вредители леса, имеющие карантинное значение для РФ (извлечение из перечня 2003 г.)

| Вредитель | Ареал вида |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Карантинные объекты, отсутствующие на территории РФ (Список А1) | |
| <i>Anoplophora glabripennis</i> Азиатский усач | Китай, занесен в США, выявляется в Европе |
| Карантинные объекты, ограниченно распространенные на территории РФ | |
| <i>Dendroctonus micans</i> Лубоед большой еловый | Россия: европ. часть (на юг до южн. границы ели), Кавказ, Сибирь, юг Дальнего Востока (вкл. Сахалин); Беларусь, Украина, Закавказье, сев. Казахстана; Европа, Малая Азия, Монголия, Сев.-Вост. Китай, Япония [4] |
| <i>Dendrolimus superans sibiricus</i> Сибирский шелкопряд | От хвойных лесов Южн. Урала до побережий Охотского и Японского морей; на севере от 63° с.ш. (Якутия), на юге – в Сев.-Вост. Китае и Корее – 40° с.ш. [8] |
| <i>Lymantria dispar</i> L. (asian race) Непарный шелкопряд (азиатская популяция) | Европейская и азиатская части России |
| <i>Monochamus urussovi</i> Усач черный еловый большой | Россия: европ. часть (в зоне хвойных и смешанных лесов), Кавказ, Сибирь, Дальний Восток (включая Сахалин и южн. Курилы); Беларусь, Украина; Казахстан; Сев. и отчасти Ср. Европа, Монголия, п-ов Корея, Сев.-Вост. Китай, Япония [4] |
| <i>Monochamus saltuarius</i> Усач черный бархатнопятнистый | Россия: сев. и отчасти средн. полоса европ. части, Сибирь, юг Дальнего Востока (вкл. Сахалин); Беларусь, Украина, сев. Казахстана; горы Средней Европы, Финляндия, указан для стран Балтии, Сев. Монголия, Сев. Китай, п-ов Корея, Япония [4] |
| <i>Monochamus impluviatus</i> Усач черный крапчатый | Россия: север европ. части, Сибирь, Дальний Восток (вкл. Сахалин); Сев. Монголия, Сев.-Вост. Китай, Сев. Корея [4] |
| <i>Monochamus sutor</i> Усач черный еловый малый | Россия: европ. часть (в хвойных и смешанных лесах – вплоть до хвойных островных лесов в степной полосе), Кавказ, Сибирь, Дальний Восток (до Сахалина вкл.); Беларусь, Украина, возможен в Закавказье, Сев. Казахстан; Европа, Монголия, Сев. Китай, Сев. Корея, Япония [4] |
| <i>Monochamus galloprovincialis</i> Усач черный сосновый | Россия: европ. часть, Кавказ, Урал, Сибирь, Дальний Восток; Беларусь, Украина, Молдова, Закавказье, Сев. Казахстан; Сев. Африка, Европа, Турция, Сев. Монголия, Сев.-Зап. Китай [4] |
| <i>Monochamus nitens</i> Усач черный блестящий | Россия: Южный Сахалин, Южные Курилы; Корея, Япония [4] |

Существенный рост в последние годы объемов экспорта и импорта древесины вынудил национальные службы карантина растений, помимо вредителей сельскохозяйственных культур, обратить внимание и на вредителей леса. В перечни карантинных объектов повсюду стали вводиться виды, представляющие опасность для лесного хозяйства страны-импортера.

В России подобная практика возникла в начале 1990-х гг. [7], когда в перечень впервые были включены чужеземный вредитель древесных растений – азиатский усач (включен в список А1: Карантинные объекты, отсутствующие на территории РФ) и азиатская раса непарного шелкопряда (включена в список А2: Карантинные объекты, ограниченно распространенные на территории РФ).

В 2003 г. в ныне действующий перечень в список А2 было включено еще 8 видов лесных вредителей (таблица). Тем самым они получили статус карантинных вредителей [6].

Знакомство с приведенным списком у специалистов защиты леса вызывает, по меньшей мере, удивление. Постараемся по возможности кратко объяснить почему.

Включение в перечень отсутствующего на территории России азиатского усача можно объяснить опасениями его акклиматизации в южных районах страны в случае заноса. Хотя вероятность того, что этот вид, повреждающий преимущественно тополя и реже клены, станет у нас вредителем леса, невелика. Вернее всего, он сможет повреждать деревья в городских условиях и в лесопарках.

Все остальные виды, приведенные в таблице, за исключением *усача черного блестящего* (ареал которого на территории России действительно весьма ограничен), никак ограниченно распространенными считаться не могут.

Ареал непарного шелкопряда покрывает почти все лесные районы на территории России. Так называемая азиатская (сибирская) популяция отличается от европейской (в XIX в. занесенной в Сев. Америку) лишь рядом поведенческих особенностей, которые, однако, не позволяют различать представителей этих популяций при обычном карантинном досмотре [1].

Включение в состав «ограниченно распространенных на территории РФ карантинных вредителей леса» широко распространенных аборигенных (отнюдь не карантинных у нас!) видов свидетельствует либо о случайном, никак не обоснованном выборе объектов, либо о существовании у составителей перечня лесных карантинных вредителей каких-то иных соображений. Поскольку в первом заподозрить квалифицированных специалистов Службы карантина растений непозволительно, остается предположить существование «особых» соображений.

Эти соображения, известны и сводятся к следующему. Страны-импортеры древесины всегда обеспокоены заносом с нею отсутствующих у них чужеземных вредителей. Именно по этой причине они выставляют экспортерам (в нашем случае России) карантинные требования, которые могли бы воспрепятствовать таким заносам. О видах, вызывающих реальное беспокойство европейских карантинных служб, скажем ниже. Что же касается видов, включенных в наш перечень, то из него для европейских стран могли бы представлять опасность лишь сибирский шелкопряд и усач черный блестящий. Но для Европы оба они имеют мифическую угрозу, поскольку занос их с древесиной практически нереален (правда, по разным причинам: шелкопряд с древесиной никак не связан; усач имеет весьма ограниченное распространение). Это вполне очевидно и самим европейским импортерам, не включившим в свои карантинные перечни ни один из приве-

денных в таблице видов, в том числе и два упомянутых.

Таким образом, не оправдывается и наше предположение о том, что в перечень РФ лесные виды включены исключительно в угоду карантинным требованиям стран – импортеров нашей древесины.

Обращение к последнему карантинному перечню ЕС свидетельствует о том, что реальную угрозу европейские страны видят для себя в заносе с древесиной совсем иных видов. Это неевропейские жуки-дровосеки (р. *Monochamus*) – потенциальные переносчики стволовой нематоды, неевропейские короеды (сем. Scolytidae) и неевропейские долгоносики (р. *Pissodes*). Именно эти виды представляют реальную, а не мифическую опасность для европейских лесов.

На самом деле, прогнозирование инвазий чужеземных вредителей леса актуально и для нашей карантинной службы, хотя такая работа в плановом порядке у нас не ведется. Между тем она активно ведется в других странах. США, например, не покупая древесину в России, уже давно провели анализ фитосанитарного риска завоза к себе сибирской лиственницы и сделали прогноз вероятности заноса с нею наиболее опасных для себя видов. При этом они воспользовались наиболее разработанной и объективной методикой анализа фитосанитарного риска (АФР) [9], которая в несколько измененном виде уже применяется и в России [3].

Поскольку перечень РФ традиционно в значительной своей части формируется на основе рекомендаций ЕОЗР (а теперь и ЕС), проведем первичную оценку угрозы для лесов России тех вредителей, инвазий которых опасаются европейцы. Воспользуемся для этого методом исключения.

В европейские карантинные перечни вредителей леса и древесины включены насекомые, представленные двумя группами: древоядные жесткокрылые и хвоелистогрызущие чешуекрылые.

О потенциальной опасности азиатских усачей говорилось выше. *Anoplophora glabripennis* и два других вида этого рода: *A. chinensis* и *A. malasiaca* (в настоящее время они рассматриваются как синонимы) распро-

страняются по миру, в основном, из Китая, с деревянной тарой. Занос их в Россию вполне вероятен. Предстоит оценить их шансы обосноваться на территории нашей страны и возможную вредоносность.

Усачи р. *Monochamus* представляют угрозу в основном как потенциальные переносчики сосновой нематоды. Восемь из них (*Monochamus carolinensis*, *M. marmorator*, *M. mutator*, *M. notatus*, *M. obtusus fulvomaculatus*, *M. obtusus obtusus*, *M. scutellatus oregonensis*, *M. titillator*) родом из США, а *M. alternatus* – обитает в Китае и Японии. Россия в отличие от других европейских стран пока не импортирует древесину из этих регионов. Тем самым эти виды в настоящее время угрозы для наших лесов не представляют.

По той же причине не опасны для нас и включенные в перечень ЕС североамериканские долгоносики р. *Pissodes*.

В то же время в азиатской части России обитают *Pissodes cembrae*, *P. irroratus* и *P. nitidus*. Их занос в европейскую часть страны в процессе внутрироссийских перевозок в принципе возможен, но на самом деле мало вероятен и не сулит реальной угрозы. (В любом случае при рассмотрении их карантинного статуса речь должна идти о внутреннем карантине, а не о внешнем).

В последние перечни ЕС и ЕОЗР были включены и короеды: 6 видов р. *Dendroctonus*, 7 видов р. *Ips* и *Dryocoetus confuses*. Все они без исключения североамериканского происхождения и также не представляют сейчас для нас реальной опасности. Между тем в лесах Сибири, Дальнего Востока и Приморья древесным насаждениям причиняют вред около 50 видов короедов, не отмеченных в европейском регионе страны [4]. Их занос сюда мало вероятен. А вот для азиатских экспортеров нашей древесины некоторые из них могут оказаться опасными (но это уже забота экспортеров).

И, наконец, оценим опасность для России заноса чужеземных хвоелистогрызущих вредителей.

Прежде всего это хвоевертки р. *Acleris* (*A. variana*, *A. gloverana* и др.). Эти опасные вредители хвойных пород обитают на северо-востоке США, на юге Канады и на Аляске. Гусеницы повреждают хвою пихты, ели, тсуги

и псевдотсуги. Бабочки откладывают яйца на хвоинки, где и зимуют. Гусеницы отрождаются весной. Любая из хвоеверток на стадии яйца может быть легко занесена за пределы первичного ареала на декоративных (и на новогодних) североамериканских хвойных растениях. В случае размещения их в питомнике или в насаждениях среди аборигенных видов хвойных древесных растений гусеницы смогут попасть на них и в последующем образовать очаг. Учитывая возрастающие объемы импорта в Россию декоративных древесных растений не только из Европы, но также из Северной Америки (см. например, данные Е.Г. Мозолева и Э.С. Соколовой) [5], эти виды представляют для нас очевидную опасность.

Реальную опасность для хвойных лесов Европы представляют и североамериканские виды хвоеверток р. *Choristoneura*. На юго-востоке Канады и в США *Ch. fumiferana* и *Ch. occidentalis* едва ли не основные вредители елей и пихт. Мелкие бабочки активны в июне-июле, когда откладывают яйца на хвоинки. Выходящие из яиц гусеницы находят укромные места (например, под чешуйками коры), где в малозаметных паутинных гнездах и зимуют. Весной они внедряются в старые хвоинки и в почки, где некоторое время остаются незаметными. На этой стадии вероятнее всего и может произойти занос хвоеверток с посадочным материалом хвойных пород.

Таким образом, реальную, а не мифическую опасность для лесов России имеют североамериканские представители этих двух родов листоверток. Именно их включение в Список А1 национального перечня вредных организмов должно рассматриваться в первую очередь.

Включение же в перечень массовых видов аборигенных лесных насекомых – филофагов и ксилофагов противоречит Федеральному Закону «О карантине растений», дезориентирует специалистов Службы карантина растений и осложняет внутрироссийскую торговлю лесной продукцией.

Библиографический список

1. Баранчиков, Ю.Н. Рост и развитие гусениц старших возрастов непарного шелкопряда североамериканской и сибирской популяций в экспериментальных условиях/ Ю.Н. Баранчиков, Т.А. Вшивкова // Эн-

- томологические исследования в Сибири. – Вып. 3. – Наука. 2004 – С. 109–118.
2. Ижевский, С.С. О возможности вывода американской белой бабочки из числа карантинных объектов / С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2002. – № 12. – С. 14–17.
 3. Ижевский, С.С. Метод оценки фитосанитарного риска / С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2003. – № 9. – С. 31–35.
 4. Ижевский, С.С. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации / С.С. Ижевский, Н.Б. Никитский, О.Г. Волков и др. – Тула: РАН КМК. – 2005. – 218 с.
 6. Мозолевская, Е.Г. Проблема инвазий возбудителей болезней и вредителей древесных растений в Москве / Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова // Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. – М.: IUCN. – 2002. – С. 75–77.
 7. Орлинский, А.Д. Лесной карантин в России и Европе / А.Д. Орлинский // Бюлл. ВК ВПРС МОББ по биологической защите леса от вредителей и болезней. – 2004. – № 4. – С. 33.
 8. Орлинский, А.Д. Потенциальные карантинные вредители леса в СССР / А.Д. Орлинский, И.К. Шахраманов, С.Ю. Муханов // Защита растений. – 1991. – № 11. – С. 37–42.
 9. Рожков, А.С. Сибирский шелкопряд / А.С. Рожков. – Изд-во АН СССР, 1963. – 175 с.
 10. Pest risk assessment on the importation of larch from Siberia and the Soviet Far East. / USDA. Forest Service. Publ. № 1495 – 1991-94 – 20 p.

ОЧАГИ НОВОГО ОПАСНОГО ВРЕДИТЕЛЯ ЯСЕНЯ – ИЗУМРУДНОЙ УЗКОТЕЛОЙ ЗЛАТКИ В МОСКВЕ И ПОДМОСКОВЬЕ

Е.Г. МОЗОЛЕВСКАЯ,
А.И. ИСМАИЛОВ,
Н.А. АЛЕКСЕЕВ

Появление очагов стволовых вредителей в насаждениях крупного города – достаточно редкое явление. Как правило, они возникают лишь при массовом снижении устойчивости деревьев и насаждений под влиянием особо значимых неблагоприятных природных или антропогенных факторов. К таким факторам относятся почти повсеместно распространенная в вязовых насаждениях Москвы голландская болезнь, экстремальные погодные явления – сильные морозы, штормовые ветры и периодически наблюдающиеся засухи. К числу антропогенных факторов относятся нарушения правил создания и содержания насаждений, массовая пересадка не отвечающих установленным требованиям деревьев, использование крупномерного посадочного материала из зарубежных питомников декоративных растений, не адаптированных к климатическим условиям Москвы. Особым случаем является инвазия чужеродных видов вредителей, обладающих высокой активностью. К числу последних относится ясеневая изумрудная узкотелая златка – *Agrilus planipennis* Fairmair (sin. *A. marcopoli* Obenb (Col.: Vuprestidae).

Родина этого вида Юго-Восточная Азия (Китай, Корея, Центральная Монголия,

Япония, Тайвань). На территории России есть единичные случаи находки жуков на юге Приморья. Кормовые растения в Приморье не были выявлены, соответственно, не были найдены и личинки этого вида [1, 2]. По данным китайских энтомологов, ясеневая изумрудная узкотелая златка повреждает деревья ясеня – китайского, японского, ланугиноза, маньчжурского, ринхофилла, двух видов ильма, ореха маньчжурского, птерокарии.

Этот вид относится к опасным карантинным вредителям. По всей вероятности, ясеневая изумрудная узкотелая златка была ввезена в Северную Америку в середине 90 г. прошлого века вместе с тарой из неокоренных досок твердых пород деревьев. Первая вспышка массового размножения златки была зарегистрирована в штате Мичиган (США) в июле 2002 г., тогда ею были уничтожены тысячи ясеней. Уже через три года в том же штате этот вид стал причиной гибели около пятнадцати миллионов деревьев ясеня [3, 11, 12]. В 2003 г. два ведомства – U.S. Department of Agriculture и Animal and Plant Health Inspection Service выпустили совместную программу карантинных мер – EAB Cooperative Eradication Program против златки. Одновременно был выбран действенный

инсектицид для защиты посадок ясеня – системный инсектицид с длительным периодом действия через живые ткани растения, имеющий наименьшую токсичность для позвоночных животных – имидаклоприд (у нас он известен под торговой маркой конфидор).

По сообщению М.Г. Волковича [3], одиночные находки жуков златки в Москве датируются 2003 г. Обнаружение нами ее очагов впервые произошло в 2004 г. в процессе мониторинга состояния городских насаждений Москвы. Во второй половине лета этого года из разных районов Москвы в службу защиты растений города стали поступать сигналы о неблагополучном состоянии ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica*), широко используемого в городских насаждениях Москвы и менее долговечного в городских условиях, чем ясень обыкновенный (*F. excelsior*) [5, 6]. Обследование показало, что усыхание деревьев начинается с верхней части кроны, одновременно на стволах усыхающих деревьев образуются водяные побеги, а у их основания – обильная поросль. Как показал детальный осмотр деревьев, явные признаки инфекционных болезней у них отсутствовали, а местоположение (как вблизи, так и в отдалении от автодорог) свидетельствовало о том, что их состояние не связано с уровнем загрязнения среды. В 2004 г. впервые на стволах усыхающих и усохших деревьев ясеня были обнаружены характерные вылетные отверстия, а под корой – прошлогодние спиралевидные личиночные ходы узкотелой златки. И вылетные отверстия, и личиночные ходы были заметно крупнее, чем у других обычных для Москвы узкотелых златок – зеленой (*Agrius viridis*) и черной (*A. ater*).

Усыхали деревья ясеня преимущественно в 30–60-летнем возрасте в разных типах посадок – на улицах, бульварах и скверах, в защитных полосах вдоль дорог, на территориях парков, дворов и спортивных комплексов, как одиночные деревья, так и группы, куртины и даже парковые массивы. Везде усыхание деревьев происходило по вершинному типу. Следы поселения златки на стволах ясеня, многочисленные летные отверстия жуков, личиночные ходы под

опавшей корой и следы расклева коры дятлами по всему дереву встречались повсеместно (рис. 2, 3, 6)

В 2005 г. в Москве в нескольких районах были выявлены места массового усыхания ясеня, где действовали очаги златки, в том числе в парковом массиве зоны отдыха Мещерское, в придорожных двухрядных посадках вдоль Шипиловского проезда, на Волоколамском шоссе, на пересечении Волоколамского шоссе с МКАД, в припойменных насаждениях Строгино и др. (рис. 1).

В 2005 г. на ясеню энтомологом службы защиты растений ГУП «Мосзеленхоз» В.Н. Зволь был отловлен жук, определение которого произвел известный специалист по систематике златок А.В. Алексеев. Вид был им идентифицирован как ясеневая изумрудная узкотелая златка – *Agrius planipennis* Fairmair (sin. *A. marcopoli* Obenb) [5, 6].

В 2006–2007 гг. массовое ослабление и усыхание ясеня в Москве нарастало. Подобный процесс был отмечен и в ближнем Подмосковье. Осенью 2006 г. на стволах ясеня в местах его массового усыхания под корой мы находили личинок старшего возраста в ходах и в выгрызенных ими в поверхностных слоях древесины кукольных колыбельках (рис. 7). Очевидно, несмотря на то, что ясеневая изумрудная златка, судя по ее естественному ареалу в Юго-Восточной Азии, достаточно теплолюбивый вид, она благополучно адаптировалась к погодным условиям Москвы.

В 2006 г. были обнаружены новые очаги златки: во Внуково, в окрестностях городов Подольска и Видное, а в 2007 г. – на ул. Барышиха, в придомовых посадках вблизи долины р. Сетунь, в Парке Победы.

Частым спутником златки в Москве выступает малый пестрый ясеневый лубоед (*Leperesinus varius* (*Hylesinus fraxini*)), заселяющий вершины и крупные ветви ясеня. Так, например, в 2006 г. на отрезке Волоколамского шоссе и во Внуково в аллеях посадках вдоль дорог златкой совместно с малым ясеневым лубоедом были заселены и погублены несколько десятков деревьев ясеня. В 2007 г. много деревьев ясеня усохло и в других очагах златки.



Рис. 1. Общий вид усыхающих насаждений ясеня в очаге златки (зона отдыха «Мешерское»)



Рис. 2. Вылетное отверстие жука на коре ясеня



Рис. 3. Следы расклева коры большим пестрым дятлом на стволе ясеня, заселенного златкой



Рис. 4. Жук златки во время дополнительного питания на листьях ясеня



Рис. 5. Следы дополнительного питания жуков златки



Рис. 6. Спиралеобразные личиночные ходы златки



Рис. 7. Личинки старшего возраста в кукольной колыбельке

О состоянии насаждений ясеня в очагах златки и динамике их развития в насаждениях Москвы можно судить по данным пробных площадей (ПП), заложенных в 2006 и 2007 гг. (табл. 1). При перече­те деревьев на ПП измерялся диаметр на высоте 1,3 м, определялась категория состояния и отмечались признаки заселения деревьев златкой и лубоедом. Оценка категорий состояния деревьев проводилась по шестибалльной шкале. Выделялись деревья следующих категорий:

1 – без признаков ослабления, 2 – ослабленные, 3 – сильно ослабленные, 4 – усыхающие, 5 – усохшие в текущем году и 6 – усохшие в прошлом году. Состояние деревьев на каждой ПП характеризовалось соотношением деревьев разных категорий и индексом состояния, или средневзвешенной их облиственности [4]. Этот интегральный показатель состояния насаждений может колебаться от 10 (при полном благополучии насаждений) до 0 (при их полном усыхании).

Т а б л и ц а 1

Состояние насаждений ясеня в очагах златки в Москве и его динамика в 2006–2007 гг.

| Типы посадок | Средний Д, см | Годы | Кол-во деревьев, шт | Количество деревьев разных категорий состояния, % | | | | | | Индекс состояния насаждений | Доля деревьев с вылетными отверстиями златки, % |
|--------------------------------------------|---------------|------|---------------------|---------------------------------------------------|------|------|------|------|------|-----------------------------|-------------------------------------------------|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| ПП № 1 – Шипиловский пр. | | | | | | | | | | | |
| Аллеи- рядовые | 32 | 2006 | 304 | 22 | 12 | 8 | 12 | 19 | 27 | 3,4 | 49,1 |
| | | 2007 | 200 | 2,5 | 13 | 18 | 27,5 | 35 | 4 | 3,0 | 71,5 |
| ПП № 2 – Зона отдыха «Мещерское» | | | | | | | | | | | |
| Парковый массив | 46 | 2006 | 154 | 1,9 | 4 | 13,6 | 22,1 | 42,2 | 16,2 | 1,2 | 61,7 |
| | | 2007 | 50 | – | – | 8 | 74 | 14 | 4 | 1,8 | 66,0 |
| ПП № 3 – Парк Победы | | | | | | | | | | | |
| Аллеи- рядовые | 34 | 2006 | | Учеты не проводились | | | | | | | |
| | | 2007 | 28 | 3,6 | 21,4 | 14,3 | 43 | 17,6 | – | 3,2 | 53,6 |
| ПП № 4 – Ул. Барышиха | | | | | | | | | | | |
| Аллеи- рядовые | 16 | 2006 | | Учеты не проводились | | | | | | | |
| | | 2007 | 65 | 65 | 32,3 | 43,1 | 12,3 | – | 12,3 | 7,5 | 70,8 |
| ПП № 5 – Волоколамское шоссе | | | | | | | | | | | |
| Аллеи- рядовые | 29 | 2006 | 119 | – | – | 13,4 | 79 | 6,7 | 0,9 | 2,1 | 100 |
| | | 2007 | | Деревья вырублены | | | | | | | |
| ПП № 6 – Пр. Андропова | | | | | | | | | | | |
| Аллеи- на раз- делительной полосе | 39 | 2006 | 13 | – | – | 15,4 | 7,7 | 46,2 | 30,8 | 1,0 | 38,5 |
| | | 2007 | | Деревья вырублены | | | | | | | |

Т а б л и ц а 2

Заселенность деревьев разных категорий состояния стволовыми вредителями в четырех очагах массового усыхания ясеня в 2007 г.

| Адрес и № ПП | Признаки заселения | Доля деревьев разных категорий состояния с признаками заселения вредителями | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| ПП 1. Ши- пиловский проезд | расклевы | 0 | 70,0 | 75,0 | 100 | 100 | 85,5 |
| | вылетные. отверстия златки | 20 | 33,3 | 55,5 | 87,3 | 98,5 | 100 |
| | заселение малым ясеневым лубоедом | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ПП 2. «Ме- щерское» | расклевы | – | – | 25 | 67,6 | 71,4 | 100 |
| | вылетные. отверстия златки | – | – | 0 | 0 | 14,3 | 0 |
| | заселение малым ясеневым лубоедом | – | – | 25 | 24,3 | 14,3 | 0 |
| ПП 3. Парк Победы | расклевы | 0 | 0 | 50 | 58,3 | 40 | – |
| | вылетные отверстия златки | 0 | 0 | 75 | 66,7 | 100 | – |
| | заселение малым ясеневым лубоедом | 0 | 0 | 50 | 25 | 83,3 | – |
| ПП 4. ул. Барышиха | расклевы | 0 | 0 | 0 | – | 0 | – |
| | вылетные отверстия златки | 52,4 | 85,7 | 100 | – | 37,7 | – |
| | заселение малым ясеневым лубоедом | 66,7 | 75 | 87,5 | – | 100 | – |

Примечание: прочерк обозначает отсутствие на ПП деревьев данных категорий состояния, а 0 обозначено отсутствие на этих деревьях указанных признаков

Средний диаметр деревьев в местах массового усыхания ясеня колебался от 16 (ПП № 4) до 46 см. (ПП № 2). Индекс состояния насаждений на большей части ПП был очень низким и соответствовал на ПП № 1, 2, 3, 5, 6 насаждениям с утраченной устой-

чивостью. Доля заселенных и отработанных златкой деревьев колебалась в очагах от 38,7 до 100 % (табл. 1). Часть насаждений (ПП № 5 и 6) в 2006 г. практически полностью усохла и в последующем была вырублена. За год резко ухудшилось состояние

многих других насаждений. Так, суммарная доля усыхающих и усохших деревьев ясеня на ПП № 1 (Шипиловский пр.) в 2006 г. была равной 58,0, а в 2007 г. достигла 66,5 %, а число заселенных и обработанных златкой деревьев увеличилось с 49,1 до 71,5 %. Обращает на себя внимание новый очаг златки на ул. Барышиха, где ею были заселены молодые деревья ясеня.

В табл. 2 приведены данные о заселенности деревьев обоими видами стволовых вредителей – изумрудной узкотелой златкой и малым пестрым ясеневым лубоедом на четырех ПП.

Доля деревьев с вылетными отверстиями жуков златки увеличивается по мере их ослабления и усыхания (табл. 2). Она достаточно велика и на живых ослабленных в разной степени деревьях. Это подтверждает высокую степень агрессивности златки. Малый ясеневый лубоед сопровождает златку лишь в части ее очагов. Осенью 2006 и 2007 гг. мы наблюдали в этих очагах кормовые зимовочные ходы лубоеда в толще луба ослабленных, но еще живых деревьев ясеня. В каждом из очагов златки кора большей части заселенных и обработанных ею деревьев имела многочисленные следы расклевов птиц. Главным и пока что единственным врагом личинок златки в Москве является большой пестрый дятел (*Dendrocopos major*), численность которого в городских парках достаточно велика. Наибольшая активность дятлов наблюдалась в начале осени. При этом птицами уничтожалась значительная часть крупных личинок златки, приготовившихся к зимовке и окукливанию.

Жуки ясеневой изумрудной златки крупнее, чем у других узкотелых златок рода *Agrilus*. Размеры взрослых жуков составляют 7,5–14,0 мм в длину и 3,0–3,4 мм в ширину. Тело их металлически зеленой окраски. Окраска брюшка переливчатая красновато-пурпуровая. Глаза обычно черные, хотя бывают и медной окраски (рис. 4).

Из литературных данных известно, что лет ясеневой изумрудной узкотелой златки начинается с середины мая и продолжается иногда до августа. В 2007 г. жуки появились 18 мая. Впервые мы наблюдали массовый лет и дополнительное питание жуков златки

в Москве (в аллеяных посадках ясеня вдоль Шипиловского проезда и на пересаженных деревьях ясеня вблизи долины р. Сетунь). Жуки летали днем при ярком солнечном свете. Массовый лет был в период с 5 по 15 июня.

Дополнительное питание вредителя проходило на листьях порослевых побегов. Жуки чаще всего встречались по одному на нижней стороне листьев, где выгрызали разные по месту расположения и конфигурации дырки (рис. 5). Анализ 100 листьев показал, что погрызы на листьях располагались как по краям, так и на пластинках. Большей частью они были округлыми (31 %) и овальными (25 %), меньшей – продолговатыми (18 %). Диаметр погрызов округлой формы составил средний – 5,9 мм и максимальный – 11 мм. Погрызы продолговатой формы были крупнее, их средняя протяженность была равной 9, а максимальная 20 мм. Кроме того, на листьях встречалось большое число начатых, но незаконченных следов дополнительного питания (26 %).

По данным североамериканских энтомологов [3, 11, 12], продолжительность жизни самки около 20 дней, самцов – не более 13. К спариванию жуки приступают на 7–10 день после вылета; спустя еще 7–9 дней начинается яйцекладка. Для этого жуки выбирают трещины коры и разветвления преимущественно на освещенной солнцем поверхности ствола или крупных ветвей. Средняя плодовитость златки – 76,6 яйца. Только что отложенные яйца размером 1 × 0,6 мм белые, через 2–3 дня их окраска становится красновато-коричневой.

Личинки выходят из яиц на 7–9 день. Они сразу же начинают вбуравливаться в кору и приступают к питанию флоэмой и выделяющейся из нее жидкостью. По мере роста личинка проделывает под корой постепенно расширяющийся зигзагообразный ход. По нашим наблюдениям, личиночные ходы по форме можно разделить на продольные, или вертикальные, они наблюдаются при низкой плотности поселения златки на стволе и спиралеобразные поперечные – при высокой плотности (рис. 6). У вертикальных ходов чаще всего в концевой части имеется характерный загиб вверх. Около 20 % ходов такого загиба не имеет. Протяженность индивиду-

альных ходов личинок на ясенях в Москве в 2007 г. колебалась от 22 до 39 см, а их ширина в конце хода достигала 5 мм. Личинки зимуют в толще коры или в поверхностных слоях древесины, подготавливая там заранее колыбельки для окукливания. Глубина колыбельки достигала 3 мм, а длина и ширина были равны соответственно 16 и 3,5 мм. Личинки достигают длины 26–32 мм, длина куколок колеблется от 10 до 14 мм.

Весной (в США это конец апреля–начало мая) личинки окукливаются в конце личиночного хода в 5–10 мм от поверхности коры. Отродившиеся вскоре жуки 8–15 дней остаются в куколочной колыбельке, после чего прогрызают вылетные отверстия (средний их размер 3,5 на 4,1 мм) и выбираются наружу.

При детальном осмотре вылетных отверстий в 2007 г. оказалось, что они явственно различаются по цвету внутренней поверхности (изнанки) – темная и светлая. Темная, по-видимому, принадлежала части популяции златки, вылетевшей в 2006 г., а светлая – жукам, вылетевшим в 2007 г. Соотношение между числом вылетных отверстий 2006 и 2007 гг., определенное по данным анализа 15 пробных деревьев на высоте ствола 1,3 м с размером палетки, равной в среднем 14,4 дм², было одинаковым. Это подтверждает возможность повторного заселения златкой одних и тех же деревьев в течение по крайней мере двух лет. Плотность вылетных отверстий на палетках составляла в среднем 1,4 и колебалась от 1 до 2,4 на 1 дм². По данным Deborah G. McCullough и Nathan W. Sieurt из Мичиганского университета, плотность заселения ясеней златкой в среднем составляла около 89 жуков на м² [12]. Они отмечают, что на крупных деревьях златка может развиваться на протяжении нескольких лет, вызывая их постепенное ослабление, а гибель дерева наступает на второй – третий год. По нашим наблюдениям, при высокой плотности златки гибель дерева наступает уже в год его заселения или на второй год.

В зависимости от климатических условий в районе распространения личинка зимует под корой один или два года (в Северной Америке – однолетняя генерация, на севере Китая – двухлетняя). Предположительно, в

Москве она однолетняя. Однако этот вопрос нуждается в дальнейшем изучении.

Очевидно, что особая опасность распространения златки за пределами первичного ареала состоит в том, что здесь отсутствуют ее специализированные враги, способные контролировать численность вида. А они существуют и хорошо известны энтомологам. Это браконид *Spathius* sp., поражающий на отдельных деревьях до 50 % личинок (в среднем – 6,3 %). Китайскими энтомологами на ясеневой златке был обнаружен, описан и изучен новый вид ее личиночного паразита – эвлофид *Tetrastichus planipennis*, обладающий сходной с *Spathius* sp. эффективностью [6]. Предполагалось использовать его в биологической борьбе с вредителем на территории Северной Америки. Как уже говорилось, пока в Москве численность златки заметно снижает лишь большой пестрый дятел.

Сложившаяся ситуация требует осуществления комплекса активных защитных мероприятий против златки. К сожалению, все санитарные рубки в заселенных златкой ясеневых насаждениях Москвы осуществляются с большим опозданием уже после вылета жуков златки и ее расселения, к тому же стволы спиленных деревьев обычно складываются и лежат месяцами в местах их вырубки. В начале лета перезимовавшие личинки благополучно окукливаются и создается возможность заселения вылетевшими жуками ближайших ясеневых посадок. В Москве так было и в 2006, и в 2007 гг., несмотря на неоднократные предупреждения и публикации в СМИ [5–10]. Очевидно, что отвод в рубку и вырубка заселенных златкой деревьев должны проводиться до вылета жуков, незамедлительно после выявления заселенных деревьев, которые легко опознать по расклевам коры. Необходимо провести обследование всех ясеневых насаждений города для выявления очагов златки, а также ужесточить контроль завозимых из зарубежных питомников крупномерных деревьев ясеня для посадки. Следует также иметь в виду, что изумрудная узкотелая златка, проникнув из городских посадок ясеня в естественные леса Подмосковья, может распространиться южнее, где ясеня является обычной лесообразующей

породой и широко используется в полезащитных полосах. Этого допустить нельзя!

Библиографический список

1. Алексеев, А.В. Новые, ранее неизвестные на территории СССР и малоизученные виды жуков златок (Coleoptera, Buprestidae) Восточной Сибири и Дальнего Востока. Жуки Дальнего Востока и Восточной Сибири (новые данные по фауне и систематике) / А.В. Алексеев; под ред Г.О. Криволицкой. – Владивосток, – 1979. С. 123–139.
2. Алексеев, А.В. Сем. Buprestidae – Златки. Определитель насекомых Дальнего Востока СССР в шести томах. Т. 3. Жесткокрылые или жуки. Ч. 1. / А.В. Алексеев; под общ. ред. П.А. Лера. – Л.: Наука, 1989. – С. 463–489.
3. Волкович, М.Г. Узкотелая златка *Agrilus planipennis* – новый опаснейший вредитель ясеней в европейской части России / М.Г. Волкович // <http://www.zin.ru/ANIMALIA/Coleoptera/rus/eab> – 2007.
4. Мозолевская, Е.Г. Методы оценки и прогноза динамики состояния насаждений. / Е.Г. Мозолевская // Лесное хозяйство. – 1998. – № 3. – С. 43–45.
5. Мозолевская, Е.Г. Златка угрожает / Е.Г. Мозолевская // Российская лесная газета – М., – 2007. – № 7–8. – С. 4.
6. Мозолевская, Е.Г. Очаги ясеневой златки в Московском регионе / Е.Г. Мозолевская, С.С. Ижевский // Защита растений. – 2007. – №5. – С. 28–29.
7. Мозолевская, Е.Г. Ясеневая изумрудная узкотелая златка в городских насаждениях Москвы / Е.Г. Мозолевская, А.И. Исмаилов // Лесной бюллетень. – 2007. – № 2 (35). – С. 17–20.
8. Мозолевская, Е.Г. Внимание, ясеневая изумрудная златка! / Е.Г. Мозолевская, А.И. Исмаилов // Лосинный остров. – 2007. – № 5 (1). – С. 28–30.
9. Мозолевская, Е.Г. Опасный вредитель ясеня / Е.Г. Мозолевская, А.И. Исмаилов // Лесное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 41–42.
10. Мозолевская, Е.Г. Ясеневая изумрудная златка в Москве / Е.Г. Мозолевская // Достижения энтомологии на службе агропромышленного комплекса, лесного хозяйства и медицины. Тез. докл. 13 съезда РЭО. – Краснодар, 2007 – С. 137–138.
11. Petrice T.R., Naak R.A. 2006. Effects of cutting data, outdoor storage condition and splitting on survival of *Agrilus planipennis* (Coleoptera, Buprestidae) in firewood logs. *Journal of economic entomology*/ 2006, vol. 99. n.3, p. 790–796.
12. Therese M. Poland, Deborah G. McCullough. 2006. Emerald Ash Borer: invasion of the Urban Forest and the Threat to North America s Ash Resource. *Journal of Forestry*. April/May 2006, p. 118–124.

КЛОПЫ-КРУЖЕВНИЦЫ РОДА *CORYTHUCHA* – ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ СТАРОГО СВЕТА

Ю.И. ГНИНЕНКО

В Северной Америке обитает несколько видов рода *Corythucha*. Все они связаны с листовыми породами, питаются листьями с нижней стороны. На западе США наибольшее хозяйственное значение имеет инжирный клоп-кружевница *Corythucha confraternal* Gibb., который время от времени довольно сильно повреждает листву инжира в южной части Калифорнии. Из-за большого числа личинок клопа листья инжира постепенно буреют. Вредоносность других представителей этого рода неизвестна в местах их естественного распространения. В 1994 г. в Квебеке (Канада) отмечены повреждения вязов еще одним представителем рода *Corythucha* – *C. ulmi* Osborn et Drake. Фитофаг нанес повреждения деревьям, произрастающим в основном в придорожных посадках.

Большинство видов рода *Corythucha* являются монофагами или узкими олигофа-

гами, предпочитая питаться на представителях конкретных пород деревьев и кустарников (табл. 1).

Из большого числа представителей этого рода к настоящему времени только 2 вида (*C. arcuata* и *C. ciliata*) проникли на территорию Европы, а платановый клоп-кружевница (*C. ciliata*) проник также и на восток Азии.

Проникновение этих видов, как нам представляется, во многом случайно. Их первоначальное выявление на севере Италии делает вероятной версию проникновения путем случайного завоза на самолетах. Оба вида рода *Corythucha* в местах естественного обитания не были известны как вредители. Но, проникнув на новые территории, они стали опасными вредителями.

Corythucha ciliata Say., платановый клоп-кружевница, был обнаружен в Италии в начале 70-х гг. XX в.

Кормовые породы и распространение клопов-кружевниц на западе США и Канады [8]

| Вид насекомого | Растения | Распространение |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <i>C. arcuata</i> Say. | Различные виды дубов | Колорадо, Юта и Аризона |
| <i>C. ciliata</i> Say. | Платан | Колорадо и Нью-Мексико |
| <i>C. elegans</i> Drake | Ивы, тополя | Британская Колумбия, Саскачеван и Колорадо |
| <i>C. padi</i> Drake | Слива <i>Prunus demissa</i> , ольха и др. лиственные | Британская Колумбия и местами в западных штатах США |
| <i>C. pergandei</i> Heidemann | Ольха, береза и др. лиственные | Нью-Мексико, Аризона, Калифорния и Британская Колумбия |
| <i>C. salicata</i> Gibson | Ивы, тополя | Британская Колумбия, Вашингтон, Орегон, Калифорния, Айдахо и Юта |
| <i>C. confraternal</i> Gibb. | Инжир | Калифорния, Мексика |

Т а б л и ц а 2

Распространение *Corythucha ciliata* в Евразии [1, 4, 5, 6, 8]

| Страна | Год обнаружения |
|-------------|------------------|
| Италия | 60-е гг. XX века |
| Хорватия | 1970 |
| Словения | 1972 |
| Сербия | 1973 |
| Франция | 1975 |
| Венгрия | 1976 |
| Австрия | 1982 |
| Болгария | 1987 |
| Германия | 1987 |
| Испания | 1991 |
| Южная Корея | 1995 |
| Россия | 2001 |
| Украина | 2005 |

Отсюда он начал быстрое распространение по территории Европы (табл. 2). В Азию он проник позднее, но и там в настоящее время стал распространяться [4].

Повсеместно этот фитофаг повреждает платаны *Platanus occidentalis*, *P. orientalis*, *P. acerifolia* и их гибриды. В настоящее время в России он распространился по Северному Кавказу от Сочи до Майкопа.

Corythucha arcuata Say., дубовый клоп-кружевница, проник первоначально в Италию, где был выявлен в 2000 г. [3]. Но уже в 2004 г. был обнаружен также в Турции [9]. Это делает вероятность его проникновения в Россию делом самого ближайшего времени.

Оценка фитосанитарного риска для России двух видов клопов-кружевниц из рода *Corythucha* показывает, что первый представляет несомненно большую опасность, чем второй.

Вместе с тем необходимо провести оценку фитосанитарного риска и всех других представителей этого рода. Особенно важно попытаться выяснить, благодаря какой черте биологии пока только платановый и дубовый клопы-кружевницы смогли пересечь океан, проникнуть на новые континенты и акклиматизироваться там.

Рассматривая эту проблему, следует признать, что ранее, возможно, и другие представители этого рода проникали на новые территории, но не сумели там закрепиться и погибали вскоре после вселения.

Невозможно восстановить пути пересечения ими океана. Скорее всего, на самолете. Но при этом должны совпасть как минимум два обязательных условия: 1) естественные места обитания клопов должны находиться в непосредственной близости от аэродромов; 2) взрослых особей что-то должно привлекать или на летном поле, или в самом летательном аппарате.

То, что близость естественных мест обитания к аэродромам служит необходимым условием для начала проникновения некоторых насекомых в новые места обитания, известно на примере западного кукурузного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte [2]. Оба рассматриваемые нами вида имеют черты биологии, позволяющие проникнуть на борт самолета.

Нам неизвестно, как сильно привлекает освещение аэродромов клопов этих видов. Но известно, что имаго клопов в осенний период при подготовке к зимовке активно ищут убежища, проникая в том числе и в жилища людей.

Балльная оценка вероятной вредоносности некоторых видов рода *Corythucha*

| Вид насекомого | Оценка показателей, балл | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|----|---|---|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Сумма баллов |
| <i>C. elegans</i> Drake | 3 | 10 | 4 | 9 | 26 |
| <i>C. padi</i> Drake | 3 | 4 | 3 | 9 | 19 |
| <i>C. pergandei</i> Heidemann | 3 | 10 | 4 | 9 | 26 |
| <i>C. salicata</i> Gibson | 5 | 10 | 5 | 9 | 29 |
| <i>C. confraternal</i> Gibb. | 8 | 3 | 5 | 9 | 25 |
| <i>C. ulmi</i> Osborn et Drake | 4 | 3 | 5 | 9 | 21 |

По-видимому, клопы воспринимают самолеты как подходящее убежище и могут с произрастающих вблизи деревьев залетать в них. Кроме того, они могут залетать в пассажирские и грузовые отделения аэропортов и на грузах или багаже и одежде людей также проникнуть внутрь авиалайнера.

После перелета на другой континент для вида-вселенца важно, чтобы вблизи аэродрома была возможность отыскать подходящие кормовые растения. Это минимальное обязательное условие для успешности закрепления на новой территории и прохождения первого этапа адаптации.

Из 7 видов рода *Corythucha* самый хозяйственно важный вид *C. confraternal*, поскольку его кормовым растением является инжир, имеет наименьшие шансы на успешность переселения в Европу. Инжир – сравнительно редкое растение и произрастает далеко не на всей территории Европы или Азии. Этого нельзя сказать о платанах и дубах, которые весьма часто произрастают как вблизи от аэропортов, так и в городах и окружающих их лесах.

Другие виды этого рода, такие как ивовый клоп-кружевница *C. elegans* Drake, ольховый клоп-кружевница *C. pergandei* Heidemann и тополевый клоп-кружевница *C. salicata* Gibson также имеют высокую вероятность проникновения на территорию Европы и Азии, где, скорее всего, смогут успешно акклиматизироваться. Сливовый клоп-кружевница *C. padi* Drake имеет несколько меньшие шансы, так как предпочитаемые им для питания сливы реже произрастают вблизи от аэродромов. То же можно сказать и о *C. ulmi*, поскольку вязы в настоящее время распространены сравнительно нешироко.

До настоящего времени нет методики, позволяющей сколько-нибудь достоверно оценить возможную опасность тех фитофагов, которые теоретически могут проникнуть на новые территории. Однако если принять, что близкие по биологии виды рода *Corythucha* будут так же, как уже проникшие, вредить в новых местах обитания, то возможно предположить, что некоторые могут стать опасными вредителями.

Для оценки возможной опасности видов, родственных тем, что уже проникли на новые территории, мы предлагаем специальную методику. Она основана на том, что можно дать балльную оценку некоторым особенностям биологии этих видов. В частности, нам представляется важным учесть при проведении такой оценки следующие моменты: 1) хозяйственное значение вероятного кормового растения; 2) распространенность кормового растения на территории, куда может проникнуть новый инвазивный вид; 3) величина ареала фитофага в естественных границах; 4) средняя вредоносность видов данного рода, уже ставших инвазивными. Этот показатель баллах от 1 до 10 выводится как среднее арифметическое для каждого известного в качестве инвазивного вида.

Таким образом, наиболее вредоносным в случае проникновения на территорию Европы может оказаться тополевый клоп-кружевница *C. salicata*. Наименьшее же значение может иметь сливовый клоп-кружевница *C. padi*.

Однако использованная нами методика оценки нуждается в дальнейшем совершенствовании. Во-первых, вероятность переселения из естественных местообитаний в новые выше у тех видов, в ареале которых больше

крупных транспортных узлов, особенно аэропортов. В настоящее время оценить выбранные виды по такому показателю мы не можем. Во-вторых, вредоносность того или иного вида будет зависеть также и от того, в каком состоянии находятся древостои. Нам представляется, что вредоносность, например дубового клопа-кружевницы *C. arcuata*, будет очень высока, поскольку состояние дуба как в России, так и во многих других странах Европы далеко от удовлетворительного [7]. В том же случае, если он станет вредить также и древостоям каштана посевного, вредоносность его еще более увеличится, так как сегодня состояние каштана на Северном Кавказе неудовлетворительно и появление еще одного ослабляющего фактора может стать причиной резкого ухудшения или даже сильного ослабления и усыхания каштанников

Библиографический список

1. Голуб, В.Б. Распространение и вредоносное значение американского вредителя платана *Corythucha arcuata* (Say.) (Heteroptera, Tingidae) на юге Краснодарского края / В.Б. Голуб, В.М. Калинин, Е.С. Котенев // Второй Всероссийский съезд по защите растений. – Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005. Фитосанитарное оздоровление экосистем: Материалы съезда. – Спб., 2005. – Т. 1. – С. 377–378.
2. Baca F. *Diabrotica virgifera virgifera* – occurrence, distribution, control. /70th anniversary of Plant Protection Institute and annual Balkan week of plant health. Book of abstracts. Konstinbrod, Bulgaria, 2006. – P. 2-3.
3. Bernardinelli I., Zandigiacomo P. Prima segnalazione di *Corythucha arcuata* (Say.) (Heteroptera, Tingidae) in Europa. // Informatore Fitopatologico, 2000. – Vol. 50. – №. 12. –P. 47-49.
4. Chung Y.J., Kwon T.S., Yeo W.H., Byun B.K., Park C.H. (60) – Occurrence of sycamore lace bug, *Corythucha ciliata* (Say) (Hemiptera: Tingidae) in Korea // Korean Journal of Applied Entomology. 1996, 35:2, – P. 137-139.
5. Iosifov M.V. On the occurrence of the Nearctic species *Corythucha ciliata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) in Bulgaria. // Acta Zoologica Bulgarica. 1990, № 39, 53-56
6. Klausnitzer B. Zur Kenntnis der Winterinsektengesellschaften unter der Platanenrinde (Heteroptera, Coleoptera). // Entomologische Nachrichten und Berichte. 1988, 32:3, – S.107 – 112.
7. Fuhrer E. Jar declain in central Europe: a synopsis of hypotheses /Proc. Population dynamics, impacts, and integrated Management of forest defoliting insects. USDFA, Forest Service, 1998. – P.7 – 24
8. Maceljski M., Balarin I.– Novi clan stetne entomogaune u Jugoslaviji – *Corythucha ciliata* (Say), Tingidae, Heteroptera //Zastita Bilja. 1972, 23: 119-120, -S. 193-205.
9. Mutun S. First report of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say., 1832) (Heteroptera, Tingidae) from Bolu, Turkey. // Isr. J. Zool. 2004. – Vol. 49.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *SCOLYTUS SULCIFRONS* REY В НАСАЖДЕНИЯХ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. ПЕТРОВ

Фаунистические исследования ксилофильных комплексов насаждений Москвы и Московской области, проведенные в последние десятилетия, значительно дополнили представления о распространении и экологических особенностях жуков короедов (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae).

В настоящее время фауна короедов Московской области насчитывает около 70 видов. Каждый год список видов пополняется в результате энтомологических исследований, проводимых в разных районах области [5, 6]. Комплекс ильмовых короедов в поймен-

ных насаждениях и культурах ильма гладкого включает 8 видов: *Scolytus multistriatus* (Marsham), *S. laevis* Chapuis, *S. sulcifrons* Rey, *S. Scolytus* (F.), *S. pygmaeus* (F.), *S. ensifer* Eichhoff, *Pteleobius vittatus* (F.), *Xyleborinus saxeseni* (Ratzeburg). Два вида из приведенного списка *Pteleobius vittatus* и *S. ensifer* на территории Московской области отмечались всего один раз в остепненных участках поймы реки Оки [5–8]. Вероятно, эти виды были случайно завезены из южных областей и длительно существующих популяций на территории Московской области не образуют.

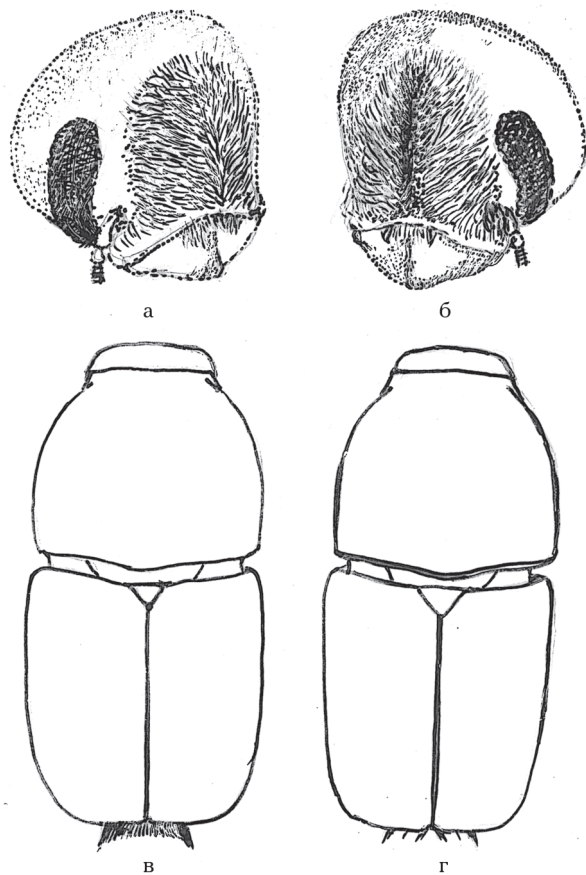


Рисунок. Биологические и экологические особенности *scolytus sulcifrons* в насаждениях Москвы и Московской области: а – лоб самки *S. scolytus*; б – лоб самки *S. sulcifrons*; в – вид опушения пятого брюшного стернита *S. scolytus*; г – вид опушения пятого брюшного стернита *S. sulcifrons*

В лесопарковой зоне Москвы и насаждениях Подмосковья вязовым заболонникам уделялось особое внимание как возможным переносчикам голландской болезни ильмовых пород. В связи с этим подробно изучались биология заболонников, их экологические особенности в городских насаждениях [4]. В то же время в этих статьях два обитающих на территории Московской области вида заболонников *S. sulcifrons*, *S. scolytus* принимались за *Scolytus scolytus*.

В связи с тем, что определение двух близких видов вызывало затруднение, автор считает целесообразным привести диагностических признаков, отличающих жуков *S. sulcifrons* от *S. scolytus*. Самцы *S. sulcifrons* на вершине пятого брюшного стернита имеют щеточку из волосков, разделенную на несколько отдельных пучков, центральные пучки и боковые пучки волосков разделены

голыми участками; волоски на лбах у самца и самки распределены неравномерно – центральная часть лба без волосков, на этом участке хорошо видна зернистая поверхность лба (рисунок б, г) Самцы *S. scolytus* на пятом брюшном стерните имеют щеточку из волосков, равномерно распределенную по вершинному краю – центральные волоски одинаковой длины, боковые волоски более длинные, собраны в более плотные пучки; волоски на лбах у самца и самки распределены равномерно, центральная область лба покрыта волосками (рисунок а, в).

Заболонник зернистолобый (*S. sulcifrons*) обычен в пойменных насаждениях и городских парках, в состав которых входят ильмовые породы. Ареал *S. sulcifrons* охватывает Южную и часть Средней Европы, Малую Азию, южные области европейской части России, Украину, Кавказ, Крым, распространен на востоке России до Южного Урала, в Западных районах Казахстана. Западные границы ареала заболонника требуют уточнения. По литературным данным, этот вид отсутствует в Польше, Дании, Швеции, Норвегии, Финляндии, Прибалтике, Ленинградской области [2, 3, 10–12]. В связи с вышеизложенным использование русского названия *S. sulcifrons* такого, как заболонник западный ильмовый, автор считает некорректным [2, 9]

Согласно нашим исследованиям, на территории Московской области проходит северная граница распространения этого вида. Многолетние наблюдения в северных районах области подтвердили отсутствие этого вида в Можайском, Клинском, Истринском, Загорском, Ногинском и Орехово-Зуевском районах. Летом 2007 г. автор зафиксировал расширение ареала *S. sulcifrons* и *S. rugmaeus* на территории Московской области. С июня по сентябрь автор наблюдал заселение вяза заболонником в Дмитровском и Мытищинском районах (до 45 км севернее Москвы). Этот вид отсутствует в насаждениях Ярославской области [1].

В Московской области и парках Москвы развивается на вязе гладком (*Ulmus laevis*). Ходы выгрызает на нижних участках ствола, реже – на толстых ветвях.

В годы с различными среднестатистическими показателями погодных условий

лёт *S. sulcifrons* начинается в разные сроки со второй по третью декады мая. Максимальная интенсивность лёта наблюдалась в первой декаде июня. Систематическое использование барьерных (оконных) ловушек в непосредственной близости от заселенных заболонником деревьев позволило определить динамику лёта в течение светового дня. Максимально интенсивный лёт жуков наблюдался с 10 до 15 часов (в это время автор фиксировал максимальный лов *S. sulcifrons* в барьерные ловушки). На заселяемых деревьях на участках, освещенных солнцем, наблюдалось интенсивное хаотичное перемещение жуков по поверхности коры. После 15 часов в барьерные ловушки жуки попадали редко, в это время на поверхности коры жуки старались укрыться в щели и трещины коры. Во время колонизации дерева на 3–5 день наблюдалось построение самками коротких брачных камер, от которых впоследствии начинались маточные ходы. Такие камеры днем периодически посещались самцами. Через некоторое время самцы погибали и их трупы скатывались к прикорневой области. Самки выгрызают продольные маточные ходы. Средняя длина маточных ходов 30–45 мм. Максимальная длина маточного хода у этого вида достигала 75 мм. Ширина маточного хода 2,5–3 мм. Яйца в количестве 6–110 (в зависимости от длины маточного хода и пригодности пищевого субстрата) самка откладывает в относительно крупные яйцевые камеры в течение 7–20 дней. Личинки первого возраста появляются через 6–9 дней после откладки яиц. Личиночные ходы выгрызаются личинками первых возрастов перпендикулярно от маточного хода. После второй линьки личинок их ходы очень круто изменяют свое направление в верхней и нижней части, в центральной части они сохраняют первоначальное направление. Личиночные ходы почти никогда не пересекают друг друга. Питание и рост личинок продолжается от 25 до 50 дней. Окукливание происходит в толще коры. Молодые жуки появляются через полторы недели. Сроки развития жуков в одной короedной семье могут существенно различаться, т. к. временной промежуток между появлением первых и последних яиц в маточном ходе составлял одну-две недели. На сроки развития личинок и их смертность

сильно влияет состояние пищевого субстрата, физиологическое состояние заселенного дерева. Сроки появления молодого поколения *S. sulcifrons* в связи с этим бывают растянутыми с третьей декады июля по вторую декаду августа. Жуки, покидающие старые ходы, проходят дополнительное питание на тонких ветвях и скелетных побегах. Часть жуков дополнительного питания не проходит. Лёт молодого поколения в годы с разными погодными условиями может протекать в разные сроки, с конца июля начала августа до третьей декады августа.

Особый интерес представляют наблюдения за *S. sulcifrons* в насаждениях Москвы и Московской области в 2006–2007 гг. Аномально высокие показатели температуры в августе–ноябре 2006 г., высокая температура в мае–июне 2007 г. резко изменили экологические показатели заболонника.

В августе 2006 г. большая часть второго летнего поколения заболонника завершила развитие. Лёт жуков второго поколения совместно с жуками *S. multistriatus* продолжался до 15 сентября (Москва, Проспект Мира, парк у Тихвинской церкви). Во второй декаде сентября в ходах появились личинки, большая часть которых благополучно перезимовала, т.к. декабрь 2006 и февраль 2007 гг. отличались продолжительными оттепелями. В мае выход молодого поколения происходил на две недели раньше обычного. Массовый лёт жуков наблюдался 6–14 мая. В это время в ходах оставалась часть личинок, завершивших развитие только во второй декаде июня. Это определило сильную растянутость лёта ильмовых заболонников до второй декады июля. Молодое летнее поколение продолжало лёт до 6 сентября 2007 г. (25 км севернее Москвы, пос. Шереметьевский, окр. г. Лобни)

Показатели смертности потомства *S. sulcifrons* изменялись в разные годы. Смертность на фазе яйца и личинок первых возрастов определялась резистентностью заселяемого дерева, средние показатели смертности на этом этапе развития колебались от 3,8 % до 25,2 %. Максимальная смертность наблюдалась у зимующих личинок в годы с низкими зимними температурами в период с ноября по январь, смертность составляла от 35 до 85 %. В год с затяжными зимними оттепелями в тот

же период (зима 2006–2007 гг.) смертность личинок снижалась до среднего показателя 22,5 %. Смертность от хищников и паразитов в годы наблюдений не превышала 3,3 % от общего числа личинок и куколок. Общая выживаемость за генерацию летнего (не зимующего) поколения составляла от 11,2 до 33,1 %, выживаемость зимующего поколения всегда была ниже – от 0,5 до 27,9 %.

Библиографический список

1. Власов, Д.В. Аннотированный список видов короедов (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) Ярославской области / Д.В. Власов // Энтомологическое обозрение, LXXIV, 4, 2005. – С. 761–775
2. Ижевский, С.С. Иллюстрированный справочник жуков-ксилофагов – вредителей леса и лесоматериалов Российской Федерации / С.С. Ижевский, Н.Б. Никитский, О.Г. Волков и др. – Тула, Изд-во Гриф и К, 2005. – 220 с.
3. Мандельштам, М.Ю. Аннотированный список видов короедов (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE) Ленинградской области / М.Ю. Мандельштам, Б.Г. Поповичев // Энтомологическое обозрение, LXXIX, 3, 2000. – С. 599–618
4. Мозолевская, Е.Г. Экология заболонников-переносчиков голландской болезни / Е.Г. Мозолевская, Н.В. Крылова, Н.К. Белова и др. // Защита растений. – 1987. – № 37. – С. 37–40.
5. Никитский, Н.Б. Жесткокрылые – ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-террасного биосферного заповедника (с обзором фауны этих групп Московской области). Дополнение 1 (с замечаниями по номенклатуре и систематике некоторых жуков Melandryidae мировой фауны) / Н.Б. Никитский, В.Б. Семенов, М.М. Долгин // Сб. трудов Зоол. музея МГУ. – М.: МГУ, 1998. – Т. 36. – Доп. 1. – 61 с.
6. Никитский, Н.Б. Фауна и экология жуков-скрытников (Coleoptera, Latridiidae) европейского северо-востока России, с замечаниями по ксилофильным (и некоторым другим) жесткокрылым Московской области / Н.Б. Никитский, А.Ф. Татарина // Бюллетень МОИП. – 2002. – Т. 107. – Вып. 1. – С. 22–25.
7. Петров, А.В. Фауна короедов Московской области / А.В. Петров // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб. науч. тр. – Вып. 294(1) – 1998. С. 198–211.
8. Петров, А.В. Фауна короедов Московской области / А.В. Петров, Н.Б. Никитский // Энтомологическое обозрение. – 2001. – Т. 80. – Вып. 2. – С. 353–367.
9. Старк, В.Н. Фауна СССР. Жесткокрылые. Короеды / В.Н. Старк. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – Т. 31. – 462 с.
10. Nunberg, M. Klucze do oznaczania owadyw Polski, Część XIX Chrząszcze-Coleoptera Zeszyt 99-100; Korniki-Scolytidae, Wyrzyniki-Platypodidae/ M. Nunberg// Polski Związek Entomologiczy, 1954, I. – 106 pp.
11. Pfeffer, A. Zentral- und Westpalda rktische Borken- und Kernkdfer (Coleoptera, Scolytidae, Platypodidae)/ A. Pfeffer// Entomologica Basiliensia, 1994, 17. – P.5-310
12. Voolma, K. Distribution and spread of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) around the Gulg of Finland: a comparative study with notes on rare species of Estonia, Finland and North-Western Russia/ K.Voolma, M.J. Mandelshtam, A.N. Shcherbakov // Entomologica Fennica, 2004, 15. –P.198-210

РОЛЬ КЛЕЩЕЙ (ACARI) В ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКЕ КОРоеДОВ (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE)

А.Д. МАСЛОВ,
Л.С. МАТУСЕВИЧ

Информация о роли клещей в популяционной динамике короедов немногочисленна, большей частью фрагментарна и нередко противоречива. Мало известна и биология клещей, тесно связанных с жизнью короедов, обитающих в основном скрытно под корой заселенных ими деревьев.

В настоящей работе сделан обзор литературного материала по данному вопросу, а также на примере типичного представителя сем. *Scolytidae* – короеда типографа *Ips typographus* L. изложены результаты собс-

твенных 10-летних исследований значимости клещей как одного из факторов смертности названного короеда, относящегося к важнейшим вредителям леса и вызывающего при массовых размножениях катастрофические усыхания еловых насаждений в Западной и Восточной Европе.

Судя по публикациям последних лет, общепринятой систематики (а следовательно и синонимии) клещей нет, поэтому родовые и видовые названия клещей приводятся по цитируемым авторам.

В отечественной литературе, вероятно впервые, клещи из сем. *Parasitidae* названы в качестве наружных паразитов короедов в одном из первых учебников по лесной энтомологии [1]. Затем П.А. Положенцев [2] сообщил о наличии клещей из сем. *Thyroglyphidae* на телах личинок и взрослых жуков – хрущей, усачей, короедов. Так, на имаго продолговатого короеда *Ips subelongatus* Motsch. обнаружены клещи *Calvonia fursiformis* и *Histiogaster filippovi*, вершинного короеда *Ips acuminatus* Gill. – клещи *C. zachneri*. О том, какое влияние клещи оказывают на своих хозяев, в обеих публикациях не сообщается. Некоторая конкретизация содержится в переводной книге Х. Суитмена [3], в которой указано, что клещи из рода *Parasitus* уничтожают огромное число яиц короеда *Ips oregonii* и других видов короедов. Клещи поселяются на жуках короеда и размещаются на тачках, под надкрыльями, на нижней стороне брюшка.

Первые оригинальные, но лаконичные сведения о роли клещей в популяционной динамике короеда типографа *Ips typographus* L. сообщает Б.Н. Огибин [4]. По его наблюдениям, в Архангельской области выживает в стадии яйца 77–88 % особей короеда; чаще яйца погибали от клещей *Farsonemoides* sp. и других видов. Зараженность короеда клещами не зависит от плотности его поселения, но снижается под влиянием хищничающих под корой нематод. Перед вылетом жуков короеда из-под коры их зараженность клещами возрастает.

В.С. Арефин [5] выявил клеща *Dendrolaelaps quadrisetus*, уничтожившего яйца шестизубчатого короеда *Ips sexdentatus* Boern. в Приморье.

В обзоре, составленном Г.И. Васечко [6] по зарубежным материалам и посвященном оценке роли факторов смертности в динамике численности короедов, сообщается, что в опыте с лубоедом *Dendroctonus frontalis*, помещенным в замкнутое пространство с клещами (51 вид), жуки не подвергались нападению клещей, но преимагинальные фазы их развития, особенно яйца и личинки первого возраста, часто атакывались ими. Четыре вида клещей проявили достаточную активность и часто встречались на поверхности тела жуков.

По мнению Г.И. Васечко, данных о воздействии клещей на популяции короедов мало. Приводится лишь один пример, как клещ уничтожил около 1 % яиц короедов *Polygraphus polygraphus*, *Pityogenes chalcographus* и других, хотя возможны случаи усиления активности клещей.

Систематике клещей, но только одного семейства из гамазовых – *Rhodacaridae* посвящена монография Г.И. Щербак [7]. Родакариды – это самые примитивные паразитоформные клещи, имеющие арахноидный тип тагмазиса, т.е. тело, разделенное на грудь и подвижное брюшко. В монографии описано внешнее строение родакарид в целом и каждого из более чем 100 видов, описанных автором к 13 родам этого семейства. Даны определители подсемейств, родов, подродов и видов клещей родакарид (с иллюстрациями).

Г.И. Щербак отмечает слабую изученность экологии этих клещей, наиболее полны лишь сведения о местах обитания и районах обнаружения отдельных видов. Клещей-родакарид можно встретить повсюду: на морских пляжах, в почве, лесной подстилке, органических остатках, под корой деревьев, в муравейниках, в гнездах птиц и мелких млекопитающих. Клещи этого семейства – хищники, многие из них питаются коллемболами и нематодами. Представители родов *Insectolaelaps*, *Longoseius* и *Dendrolaelaps* чаще встречаются под корой деревьев и пней, в ходах короедов и других насекомых; ряд видов этих клещей форезируют на них, причем не только на короедах, но и на усачах *Cerambyx*, *Rhagium*, *Tetropium* – под их надкрыльями.

Сведения Г.И. Щербак о видах клещей, обнаруженных в ходах отдельных видов короедов, немногочисленны и не содержат информации об их влиянии на своих хозяев. Она указывает, что клещ *Dendrolaelaps cornutus* обитает в ходах большого елового лубоеда *Dendroctonus micans* Kug.; клещи *D. punctatosimilis* и *D. forcipiformis* – в ходах короеда типографа *Ips typographus* L.; клещи *D. punctatus*, *D. disetosimilis*, *D. zwoelferi*, *Insectolaelaps euarmatus* – в ходах короеда-автографа *Dryocetes autographus* Ratz.; клещ *Multidrolaelaps ulmi* – в ходах забо-

лонника-разрушителя *Scolytus scolytus* L.; клещ *Insectolaelaps pini* – в ходах корнежила *Hylastes* sp.

За рубежом, особенно в Польше, Германии, Швеции, США, изучению клещей было уделено значительно большее внимание, однако полученные результаты нельзя считать исчерпывающими. Более полно изучен лишь видовой состав клещей, биологически связанных с такими наиболее значимыми видами короедов, как *Ips typographus*, *Dendroctonus frontalis*, *Scolytus scolytus* и др. Твердо установлено, что многие виды клещей используют жуков короедов для расселения путем форезии. Но биология, экология, хозяйственное значение клещей остаются слабо изученными.

О том, что клещи иногда покрывают тело жука *Ips typographus* L. слоем, размещаясь в складках хитина, на надкрыльях, особенно на тачке, писал еще М. Seitner, добавляя при этом, что свободно живущие нематоды их уничтожают.

Клещи *Tarsonemoides gaebleri*, *Dendrolaelaps quadrisetus* и некоторые другие считаются наиболее значимыми хищниками яиц *Ips typographus* и родственного ему *Ips amitinus* в Польше. В первой из этих публикаций приведены некоторые отрывочные сведения по биологии *T. gaebleri*: самцы редки, на одного самца приходится 50–80 самок; самки откладывают по 40–50 яиц, через 2 дня выходят личинки, их развитие длится почти 5 дней, а полное развитие самок – около 2 недель; развитие самцов не прослежено.

По наблюдениям в Германии, на тачке и других частях тела жуков *Ips typographus* L. обнаруживали 6 видов клещей: краснобурые (нимфы) – *Digamasellus quadrisetus*; бурые овальные (нимфы) – *Pseudoropoda polytricha*; беловатые (нимфы) – *Histosoma piceae*; более светлые и удлинено-овальные (самки) – *Lasioseius rotundus*, *L. hystrix*, *Tarsonemus gaebleri*. Первые 5 видов на короеде не паразитируют и лишь используют его для перелета при расселении на новые места. Только *T. gaebleri* предположительно паразитирует на яйцах короеда, но встречается он реже, чем другие виды клещей; все они размножаются в ходах короеда-хозяина.

Позднее в Германии на отловленных с помощью феромона жуках короеда-типографа выявлено 32 вида клещей, относящихся к 11 семействам; все они описаны, и для их определения составлена таблица с четкими иллюстрациями, характеризующими отличительные особенности каждого из описанных видов. Указано, что 15 видов клещей форезируют на жуках типографа, используя при этом различные части тела хозяина, 3 вида считаются потенциальными хищниками. Численно доминировали: *Dendrolaelaps quadrisetus*, *Uroobovella ipidas*, *Trichoupoda polytricha*, остальные виды были немногочисленны или единичны.

Наряду с этим В. Таленхорст, детально описывая динамику численности короеда-типографа, прямо указывает, что клещи не оказывают на нее существенного влияния.

В Швеции выявлено 23 вида клещей, связанных с короедом-типографом. Относятся они к 21 роду; в их числе преобладают: *Dendrolaelaps quadrisetus*, *Iponemus gaebleri*, *Trichoupoda polytricha*. На элитрах, брюшке, груди, ногах типографа форезируют 13 видов клещей. Также дана таблица для определения видов клещей [8].

В монографии К. Skuhravy, посвященной короеду-типографу, в разделе о хищниках и паразитах, написанном J. Zeleny, сообщается, что клещи иногда во множестве обнаруживаются в ходах вредителя. Автор считает, что большей частью они комменсалы. В качестве паразита, наиболее распространенного в Европе, назван лишь один вид – *Iponemus gaebleri*.

Клеща *Pyemotes scolyti* обнаружили на личинках и куколках ряда видов заболонников рода *Scolytus*; зараженность личинок и куколок достигала 72 %.

Из всего сказанного следует, что клещей можно обнаружить в ходах практически всех видов короедов. Подтверждением этому является публикация списка последних, у которых клещи выявлены. При этом число видов клещей, связанных с некоторыми короедами, достаточно велико: так у *Ips typographus*, *Ips acuminatus* и *Ips sexdentatus* – по 5, *Tomicus piniperda* – 65, *T. minor* – 35 и т.д.

Мнение о том, что важнейшие виды клещей способны оказывать влияние на численность короедов в экономически ощутимых размерах, разделяли и другие специалисты. Это привело к оценке клещей как перспективных агентов биологической борьбы с этими вредителями леса, в том числе и с короедом-типографом [6, 8]. Однако попытка интродуцировать в США клеща *Puermotes dryas* не удалась, так как *Dendroctonus frontalis* оказался не пригоден для форезии этого клеща (Mosser et al., 1978 – по Васечко, 1982).

Роль клещей не ограничивается уничтожением яиц короедов и в целом оценивается неоднозначно. Так, на клещах, форезирующих на короедах или собранных под корой деревьев, обнаружены споры гриба *Ceratocystis minor*, относящегося к так называемым хищным грибам, патогенным для нематод. Это является примером трехвидового мутуализма (симбиоза): насекомое-клещ-гриб и указывает на сложную роль клещей в жизни короедов. О взаимной выгоде совместного обитания лубоеда *Dendroctonus frontalis* и наиболее распространенного в его ходах клеща *Dendrolaelaps neodisetus*, т.е. о мутуализме этих двух видов организмов, сообщает также D.N. Kinn [9]: клещ поедает нематоду – паразита, снижающего плодовитость самок лубоеда, а тот переносит клеща в новые станции.

Наши исследования роли клещей в динамике численности короеда типографа *Ips typographus* L. проводились в рамках программы изучения факторов смертности вредителя на различных фазах его размножения в 1976–1978 гг. в Пермской области (Чайковский лесхоз) и в 1979–1985 гг. – Тверской (Селигерский лесхоз).

Клещей учитывали отдельно в составе комплекса энтомофагов короеда на всех стадиях его развития первого, сестринского и второго поколений. Систематические учеты проводили через каждые 5–10 дней на учетных палетках размером 10 × 20 см, закладываемых последовательно одна возле другой на стволах растущих, ветровальных (или срубленных) деревьев ели в районах толстой и тонкой коры, т.е. на высоте около 2 и 6–8 м. Наблюдения начинали весной, с началом лёта короедов, и

продолжали до осени, т.е. до ухода их на зимовку. Подсчет клещей проводили на жуках при втачивании их под кору, прокладке ими маточных ходов, откладке яиц, дополнительном питании и на зимовке, а также непосредственно в маточных ходах, яйцевых камерах и подкоровом пространстве. В необходимых случаях для уточнения пола жуков проводили их вскрытие.

Всего за 10-летний период использовано 152 учетных дерева, вскрыто 1639 учетных палеток, проанализировано более 10 тысяч жуков короеда.

Клещи являются ведущим фактором смертности короеда типографа в стадии яйца: на их долю приходилось в разные годы, в среднем, от 2,1 до 9,7 % уничтоженных яиц, при общей смертности короеда в этой стадии от комплекса причин, равной 5,7–24,03 %.

На жуках короеда-типографа и в его ходах под корой заселенных им деревьев ели выявлено 8 видов клещей (определены Г.И. Щербак, Институт зоологии АН Украины, Киев), а именно: *Insectolaelaps quadrisetus*, *Proctolaelaps fiseri*, *P. lyriformis*, *Dendrolaelaps* sp., *Uropodina* sp., *Lasioseius notus*, *Veigia ransisale*, *Sesus* sp. Клещ *Insectolaelaps quadrisetus* из сем. *Rhodacaridae* был наиболее массовым в сборах клещей в обоих районах исследований (встречаемость до 97 %), поэтому приведенные ниже данные относятся в основном к этому виду.

Клещи переносятся на заселяемые короедами деревья способом форезии, что подтверждает вышесказанное. При дальнейшей жизни жуков наблюдается определенная динамика степени их зараженности клещами, что отражено в табл. 1.

В период весеннего лёта жуков типографа, перед втачиванием их под кору деревьев, средняя зараженность клещами самок короеда варьировала по годам в пределах 24,1–72,8 %, самцов – 24,2–59,8 %. Число клещей на одной самке в этот период составляло, в среднем, по годам, 1,8–5,1 шт., на самце – 1,4–5,5. Связи этих показателей с фазами вспышки размножения короеда не установлено, хотя в 1982 г. – втором году фазы собственно вспышки, зараженность жуков клещами была максимальной.

**Зараженность клещами жуков короеда-типографа
родительского поколения 1-й генерации**

| Показатели | Зараженность самок/самцов клещами по годам | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------|---------------------|---------------------|
| | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
| Период весеннего лёта | | | | | | | | | | |
| Зараженность, % | – | – | <u>41,7</u> 40,0 | <u>31,6</u> 24,2 | – | <u>24,1</u> 39,7 | <u>72,8</u> 59,8 | – | <u>30,0</u> 45,5 | <u>50,0</u> 50,0 |
| Среднее число клещей на жуке, шт. | – | – | <u>2,0</u> 5,5 | <u>1,8</u> 2,1 | – | <u>2,9</u> 1,8 | <u>2,8</u> 2,6 | – | <u>5,1</u> 1,4 | <u>3,7</u> 2,3 |
| Начало кладки яиц | | | | | | | | | | |
| Зараженность, % | <u>17,8</u> 20,6 | <u>24,8</u> 26,1 | <u>40,7</u> 43,2 | <u>20,0</u> 40,0 | <u>13,0</u> 31,8 | <u>4,4</u> 8,7 | <u>49,5</u> 52,5 | – | <u>29,4</u> 32,9 | <u>8,3</u> 26,3 |
| Среднее число клещей на жуке, шт. | <u>2,7</u> 3,4 | <u>2,1</u> 2,6 | <u>2,5</u> 1,2 | <u>1,0</u> 1,3 | <u>2,0</u> 1,7 | <u>1,0</u> 1,0 | <u>2,1</u> 1,8 | – | <u>3,5</u> 2,1 | <u>1,7</u> 1,2 |
| Завершение кладки яиц | | | | | | | | | | |
| Зараженность, % | <u>0,2</u> 2,3 | <u>0,8</u> 1,9 | <u>10,9</u> 10,8 | <u>0</u> 0 | – | <u>0</u> 0 | <u>26,2</u> 37,1 | <u>0</u> 0 | <u>5,4</u> 8,8 | – |
| Среднее число клещей на жуке, шт. | <u>2,0</u> 1,0 | <u>3,0</u> 1,0 | <u>2,6</u> 2,3 | <u>0</u> 0 | – | <u>0</u> 0 | <u>1,6</u> 2,2 | <u>0</u> 0 | <u>1,0</u> 1,0 | – |

Т а б л и ц а 2

Зараженность клещами молодых жуков короеда-типографа

| Показатели | Зараженность самок/самцов клещами по годам | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| | 1976 | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
| Период дополнительного питания | | | | | | | | | | |
| Зараженность, % | <u>0,7</u> 0,4 | <u>2,2</u> 1,2 | <u>0</u> 0 | <u>0</u> 0 | – | <u>2,9</u> 1,8 | <u>0</u> 1,1 | <u>0</u> 0 | <u>1,3</u> 0 | <u>4,4</u> 5,3 |
| Среднее число клещей на жуке, шт. | <u>1,0</u> 1,0 | <u>1,2</u> 1,5 | <u>0</u> 0 | <u>0</u> 0 | – | <u>1,0</u> 1,0 | <u>0</u> 1,1 | <u>0</u> 0 | <u>1,0</u> 0 | <u>1,0</u> 1,1 |
| Перед зимовкой | | | | | | | | | | |
| Зараженность, % | – | <u>22,2</u> 33,3 | – | – | <u>21,2</u> 35,7 | <u>28,6</u> 25,0 | <u>17,7</u> 44,4 | <u>10,8</u> 21,6 | <u>26,7</u> 34,8 | – |
| Среднее число клещей на жуке, шт. | – | <u>2,5</u> 1,0 | – | – | <u>1,3</u> 1,9 | <u>1,8</u> 1,0 | <u>1,3</u> 1,5 | <u>1,0</u> 1,1 | <u>1,8</u> 1,7 | – |

С началом кладки яиц часть клещей покидает жуков типографа и находится в его маточных ходах в целях поиска яиц хозяина, для чего они проникают в яйцевые камеры. В результате зараженность самки типографа клещами снижается до 4,4–49,5 %, самцов – до 8,7–52,8 %. На жуках-самках в это время обнаруживали, в среднем, от 1 до 3,5 шт. клеща, на самцах – 1–3,4 шт.

В конце кладки яиц в отдельные годы на жуках, еще не покинувших маточные ходы, клещей совсем не находили или их было очень мало: средняя зараженность самок не превышала 0,8 %, самцов – 2,3 %. Но в 1978, 1982, 1984 гг. даже в этот период жизни жуков их зараженность клещами достигала 26,2 % у

самок и 37,1 % – у самцов, хотя число клещей на жуках было незначительным и составляло в среднем до 2,6 особи на самках и до 2,3 шт. – на самцах. Объясняется это тем, что в указанные годы в конце кладки яиц жуки готовились к перелету на новые деревья для откладки яиц сестринского поколения, а клещи – к форезии на них к новым местам обитания.

Абсолютное число клещей на жуках короеда-типографа чаще всего составляло от 1 до 4 шт. (максимально – 22), у самцов – от 1 до 3 с максимумом, равным 10. Чаще клещей можно обнаружить на тачке типографа, под его элитрами, на нижней стороне брюшка и груди. Отмечены случаи, когда клещи (взрослые, личинки, нимфы) буквально облепляли

тело жука со всех сторон. Играют ли клещи в данном случае роль паразитов и как это сказывается на поведении и продуктивности жука, не установлено.

Также достоверно не выявлено влияние клещей на личинок и куколок типографа, хотя отдельные случаи уничтожения молодых личинок короеда взрослыми клещами были зафиксированы.

По мере прохождения молодыми жуками типографа дополнительного питания, когда нарушается изолированность особей потомства короеда в подкоровом пространстве, клещи отыскивают и атакуют их. Из данных табл. 2 явствует, что в этот период зараженность молодых самок типографа достигает 4,4 %, самцов – 5,3 %. В дальнейшем этот показатель возрастает и составляет, в среднем по годам, у самок 10,8–28,6 %, у самцов – 21,6–44,4 %. На одной самке насчитывалось, в среднем, по 1–2,5 особи клеща, на самце – 1–1,9.

Клещи зимуют там же, где короеды, под корой отработанных типографом деревьев или в подстилке. Весной, непосредственно перед выходом типографа с мест зимовки, происходит дополнительная посадка клещей на жуков.

Как уже сказано, покидая жуков короеда-типографа при их втачивании под кору, клещи расползаются по маточным ходам, проникают сквозь пробочки в яйцевые камеры и высасывают содержимое яиц, от которых часто остается лишь мягкая оболочка (хорион). Количество маточных ходов с пораженными клещами яйцами варьировало по годам в пределах 52–76 % в Пермской области и 26–45 % – в Тверской.

Число клещей в одном маточном ходе варьировало от 1 до 6 шт.; превалировали ходы с одним клещом – 52,4 %, а далее их число убывало: 2 клеща в маточном ходе – 21,9 % случаев, 3 – 12,4 %, 4 – 9,5 %, 5 – 2,9 %, 6 – 0,9 %.

Встречаемость клещей на деревьях и учетных палетках была практически 100-процентной. Плотность поселения клещей, т.е. их число на 1 кв. дм коры, варьировала в пределах 1,5–14,5 шт., в среднем – 5,7 шт./дм² (в период откладки яиц).

Каждый взрослый клещ уничтожает в среднем около 2 яиц (0,8–3,4 шт.). Не исключено, что при этом клещи перебираются из одного маточного хода в другой. Здесь же, в яйцевой камере короеда (но не в каждой) при наличии полностью или частично высосанного яйца хозяина, клещ откладывает свои яйца кучкой, практически полностью заполняя ею яйцевую камеру. Кучки яиц клеща округлые, а сами яички очень мелкие, шарикообразные, прозрачные или молочно-белые. В кучке чаще 10–15, максимум – 30 яиц клеща.

В одном маточном ходе короеда-типографа (при его реальной плодовитости, равной 30 шт. яиц) можно было обнаружить от 1 до 7 кучек яиц клеща, при следующей их встречаемости: 1 кучка яиц клеща – 60 % случаев, 2 – 25 %, 3 – 6 %, 4 – 3 %, 5 – 3 %, 6 – 2 %, 7 – 1 %.

Личинки клещей отрождаются спустя около 10 дней после откладки яиц, и это примерно соответствует началу отрождения личинок хозяина. Сначала они держатся в кучке, но через 5–10 дней распространяются по маточным и личиночным ходам короеда, всему подкоровому пространству и, возможно, сосут молодые личинки типографа, сопутствующие ему личинки других видов подкоровых насекомых. Зафиксировать это затруднительно, так как в отличие от медлительных имаго личинки клещей, несмотря на свои мелкие размеры, очень подвижны и при вскрытии коры быстро прячутся в какие-либо укрытия. По этой же причине их развитие не прослежено.

Уничтожение клещами яиц типографа наблюдается в сходной степени у всех его поколений в течение сезона.

Количество уничтоженных клещами яиц не соответствует исходному проценту зараженности ими жуков-родителей.

Суммарная гибель яиц от комплекса факторов была минимальна в начальной фазе вспышки размножения короеда типографа и максимальна – в фазе кризиса. Этому, в общем, соответствует смертность яиц от клещей – ведущего фактора гибели типографа в этой стадии развития. В табл. 3 показано, как смертность яиц клещей изменялась в ходе градации численности типографа в Селигерском лесхозе Тверской области, где это было прослежено наиболее полно.

**Гибель яиц короеда типографа от клещей по фазам его размножения.
Селигерский лесхоз Тверской области**

| Фазы размножения короеда | Смертность яиц по годам (%), в среднем | | | | | | |
|--------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 |
| Рост численности | 2,21 | – | – | – | – | – | 1,93 |
| Собственно вспышка | – | 2,10 | 4,08 | – | – | – | – |
| Кризис | – | – | – | 9,68 | – | – | – |
| Депрессия | – | – | – | – | 3,47 | 5,09 | – |

В 1979 и 1985 гг., в первой фазе вспышки размножения короеда-типографа, фазе роста численности, или начальной, популяция короеда рассеяна по большому объему пищевого материала. Соответственно этому, очевидно, рассеяна и популяция клещей, попавших на этот материал на жуках короеда с помощью форезии и покинувших их, когда жуки начали втачиваться под кору деревьев ели. В результате гибель яиц в эти годы была минимальной и составила по годам 2,21 и 1,93 %.

С ростом численности короеда, очевидно, возрастала и численность клещей, поэтому на 2-й год фазы собственно вспышки – 1981-й, гибель яиц короеда типографа возросла почти вдвое и составила 4,08 %.

В 3-ей фазе вспышки размножения типографа, фазе кризиса, резкое уменьшение объема корма привело к увеличению плотности популяций не только жуков, но и клещей, что обусловило рост гибели яиц до максимальной величины – 9,68 %.

В фазе депрессии очагов, в 1983 и 1984 гг., когда популяции короеда и клещей обитали на резко ограниченном объеме кормового субстрата с повышенной плотностью, смертность яиц от клещей также оказалась повышенной и составила по годам 3,47 и 5,09 %.

В Чайковском лесхозе Пермской области получены сходные данные: в фазе собственно вспышки смертность яиц типографа составила 8,28 %, в фазе кризиса – 7,10 %, депрессии очагов – 6,05 %.

Эффективность клещей в зависимости от условий развития короеда-типографа была различной. На растущих деревьях смертность яиц от клещей была примерно в 3 раза ниже, чем на ветровальных и срубленных. Это мож-

но объяснить тем, что на растущих деревьях кора и луб скорее и сильнее прогреваются и пересыхают.

Некоторое различие в гибели яиц под тонкой и толстой корой елей можно объяснить тем, что район тонкой коры (где гибель яиц выше) является более благоприятным для развития короеда и, возможно, и его энтомофага.

Таким образом, можно считать установленным, что многие виды клещей постоянно сопутствуют короедам, в том числе короеду-типографу, в период их развития под корой заселенных деревьев. Используя короеда для форезии, и одновременно с ним, клещи меняют места своего обитания. Под корой клещи выполняют, очевидно, роль комменсалов, и этим они мало затрагивают своих хозяев. Но ряд видов клещей активно хищничает, уничтожая яйца короедов и нематод. Симбиотические связи короедов с клещами дополняются, по сведениям из вышеуказанных источников, переносом ими спор хищных грибов, уничтожающих нематод (явление тройного мутуализма, или симбиоза).

Клещи являются важнейшей причиной гибели яиц короеда-типографа, но их роль в данном случае сводится к снижению напряженности внутривидовых отношений у этого вредителя на ранней стадии развития его потомства. Относительно низкий и достаточно стабильный отпад короеда в стадии яйца на разных фазах его массовых размножений не позволяет отнести клещей к числу факторов, регулирующих численность этого вредителя.

Библиографический список

1. Гусев, В.И. Лесная энтомология / В.И. Гусев, И.И. Полубояринов, М.И. Римский-Корсаков и др. – Л.: Гослестехиздат, 1938. – 448 с.

2. Положенцев, П.А. Об использовании членистоногих в борьбе с вредными лесными насекомыми / П.А. Положенцев // Защита леса: Межвуз. сб. науч. тр. – Л.: ЛТА, 1977. – Вып. II. – С. 7–10.
3. Суитмен, Х. Биологический метод борьбы с вредными насекомыми и сорными растениями / Х. Суитмен. – М.: Колос, 1964. – 576 с.
4. Огибин, Б.Н. Регуляция численности короеда типографа (*Ips typographus* L.): дис. ... канд. биол. наук / Б.Н. Огибин. – М.: МГУ, 1973. – 128 с.
5. Арефин, В.С. Энтомофаги короедов основных хвойных пород в кедрово-широколиственных лесах Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.С. Арефин. – М.: МЛТИ, 1978. – 25 с.
6. Васечко, Г.И. Оценка роли факторов смертности в динамике численности короедов. Докл. на 34-ом ежегодн. чтении памяти Н.А. Холодковского / Г.И. Васечко. – Л.: Наука, 1982. – С. 54–91.
7. Щербак, Г.И. Клещи семейства Rhodacaridae Палеарктики / Г.И. Щербак. – Киев: Наукова думка, 1980. – 216 с.
8. Moser J.C., Eidman H., Regnander J.R. The mites associated with *Ips typographus* in Sweden. *Ann. entomol. Fenn.*, 55, N 1, 1989, p.p. 23-27.
9. Kinn D.N. Mutualism between *Dendrolaelaps neodisetus* and *Dendroctonus frontalis*. *Environ. Entomol.*, 9, N 6, 1980, p. 756-758.

ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСА ГАЛЛООБРАЗУЮЩИХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ МОСКВЫ

Д.А. БЕЛОВ

Одной из широко представленных в городских насаждениях групп членистоногих вредителей растений является группа галлообразователей. Исследования группы галлообразующих членистоногих начались еще в XVII в., а первая в истории биологии обобщающая работа о галлах и вызываемых паразитическими организмами новообразованиях на растениях вышла в 1687 г. [9].

Работы по изучению членистоногих вредителей декоративных насаждений и городских лесов Москвы начали проводиться кафедрой экологии и защиты леса МГУЛ с конца 70-х гг. XX в.

Несмотря на значительную представленность в комплексе членистоногих фитофагов, повреждающих растения в городских условиях, галлообразователи, как правило, рассматриваются как второстепенная группа членистоногих вредителей растений, которые только их ослабляют, но самостоятельно не способны привести к гибели даже в случае массового размножения отдельного вида или группы видов. Поэтому данной экологической группе членистоногих фитофагов, развивающихся в условиях городских насаждений, часто не уделяется должного внимания и они не рассматривались как сколь-либо значимая группа вредителей растений в городских условиях. В то же время имеются свидетельства, что при массовом заселении галлообразовате-

лями в специфических условиях ослабления растений наблюдается резкое угнетение отдельных кустов или деревьев, а иногда и полное их усыхание.

По данным западноевропейских исследователей, в типичных лесных экосистемах галлообразователи наиболее обильны в опушечных ценозах, характеризующихся большей освещенностью, что роднит их с условиями отдельных типов типичных городских посадок, также отличающихся значительной освещенностью и ажурностью.

Для городских экосистем, как и для всех экосистем, испытывающих экологический стресс, характерно обеднение видового состава членистоногих, которое, однако, сопровождается резким подъемом численности отдельных видов того или иного комплекса. Следовательно, комплекс галлообразующих членистоногих в условиях города имеет предпосылки к усилению влияния на состояние насаждений.

В настоящее время составлены списки видового состава галлообразователей Москвы [1, 3, 5], рассмотрены уровни повреждения и доля изъятия (освоения) листовой поверхности для комплекса в целом и наиболее распространенных видов [3] и в различных экологических категориях зеленых насаждений г. Москвы [4], динамика повреждений городских насаждений галлообразователями,

видовой состав галлообразователей липы и его сезонные изменения, пищевая активность галлообразователей и их влияние на фотосинтетический аппарат растений [8].

Многочисленность видов и разнообразие галлообразователей, в первую очередь, обусловлены их биологическими особенностями, а также тем, что они находят благоприятные условия обитания и образуют естественные резервации не только в городских лесах, чьи насаждения приближены к естественным, но и в специфических городских насаждениях.

При питании галлообразующие членистоногие вводят в растительные ткани выделения слюнных желез, содержащие биологически активные вещества, под действием которых ткани разрастаются, в результате чего формируются патологические новообразования, которые можно разделить на две группы – галлы и тератоморфы.

Существует несколько определений термина галл [6, 10]. В обобщенном виде галлы (gallae), или цецидии (cecidi) – это любые аномальные разрастания растительных тканей с ограниченным ростом, возникающие в ответ на воздействие агентов-галлообразователей, для которых галл служит своеобразной средой обитания и источником питания. При образовании галлов внешний вид растения меняется, однако развитие его органов проходит более или менее нормально и они выглядят типичными.

Массовое развитие галлов сопровождается различными процессами: изменением окраски поврежденных органов растений; преждевременным их отмиранием и опадением (что наиболее часто отмечается у орехотворок [11]); нарушением прироста и формирования крон, ослаблением растения и, наконец, гибелью растения.

В случае развития новообразования второго типа – тератоморфа (сложного галла) происходит изменение не части, а всего органа растения, который полностью превращается в патологическое новообразование путем нарушения его равномерного роста. Обычно образование тератоморфов наблюдается на месте почек, листьев, цветков или молодых побегов.

Они нередко состоят из нескольких камер, но в отдельных случаях могут иметь, как и настоящий галл, только одну полость (осиновый кочанный клещик – *Eriophyes populi* Nal.).

В систематическом плане группа галлообразователей имеет несколько особенностей.

Среди насекомых галлообразователи известны в нескольких отрядах: жесткокрылые (галлообразующие долгоносики сем. Curculionidae), равнокрылые хоботные (отдельные виды тлей надсем. Aphidoidea и Adelgoidea, листоблошек сем. Psyllidae, кокцид, подотряд Coccoidea), чешуекрылые (галлообразующие листовертки сем. Tortricidae), перепончатокрылые (орехотворки сем. Cynipidae, хальциды надсем. Chalcidoidea), отдельные виды пилильщиков сем. Tenthredinidae), двукрылые (сем. Cecidomyiidae, Chloropidae, Tephritidae, Agromyzidae, Anthomyiidae, Lauxaniidae, Lonchaeidae). В разных биогеографических областях Земли доминируют различные группы насекомых-галлообразователей. В Палеарктике наиболее богаты по видовому составу и широко распространены галлообразователи из отрядов двукрылых и перепончатокрылых, но доминируют представители двукрылых.

Наши исследования, анализ литературных данных и архива кафедры экологии и защиты растений МГУЛ показали, что по систематическому составу галлообразователи городских насаждений Москвы – весьма разнородная экологическая группа членистоногих фитофагов (табл. 1). Определение производилось по типичным повреждениям по определителям В.И. Гусева.

Значительную часть комплекса галлообразователей (39,4 % от общего числа видов) составляют растительноядные клещи из отряда Acariformes сем. Eriophyidae.

На первом месте по числу видов среди насекомых находятся двукрылые сем. Cecidomyiidae – 25,4 %.

Второе место занимают перепончатокрылые насекомые – 20,5 %. При этом 2/3 видов в данном отряде приходится на представителей сем. Cynipidae, а 1/3 представлена видами из сем. Tenthredinidae.

Систематический состав членистоногих галлообразователей

| Отряд | Семейство | Количество видов, % |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------|
| Arachnida – Паукообразные | | |
| Acariiformes – Акариформные клещи | Eriophyidae – Галловые четырехногие клещи | 39,4 |
| Insecta – Насекомые | | |
| Homoptera – Равнокрылые хоботные | Aphididae – Афииды, настоящие тли | 2,5 |
| | Adelgidae – Хермесы | 3,3 |
| | Pemphigidae – Кровяные (пушистые, галловые) тли | 8,1 |
| Lepidoptera – Чешуекрылые | Tortricidae – Листовертки | 0,8 |
| Hymenoptera – Перепончатокрылые | Tenthredinidae – Настоящие пилильщики | 6,6 |
| | Cynipidae – Орехотворки | 13,9 |
| Diptera – Двукрылые | Cecidomyiidae – Галлицы | 25,4 |

Третьим по количеству видов является отряд равнокрылые хоботные. Галлообразователями являются представители двух надсемейств Aphidoidea сем. Aphididae и Adelgoidea сем. Adelgidae и Pemphigidae. При этом более 80 % видов из этого отряда принадлежит именно к надсемейству Adelgoidea.

Из отряда чешуекрылые на территории Москвы зафиксирован только один галлообразователь из сем. Tortricidae. Это *Laspeyresia servilleana* Dup. – ивовая галловая листовертка, повреждающая побеги ивы.

В городских условиях количество видов, входящих в комплексы галлообразователей на различных видах древесных и кустарниковых растений, неравнозначно. Наибольшее количество встречается на иве козьей (20 видов), что объясняется высоким содержанием протеинов в тканях этого растения, дубе черешчатом (16) и липе (11 видов). Следует заметить, что в Москве липа имеет первостепенное значение и широкое распространение как в типичных городских, так и в насаждениях, приближенных по условиям к естественным [9]. На липе преобладают растительноядные галлообразующие клещи, на иве козьей – галлообразующие пилильщики и галлицы, на дубе черешчатом – орехотворки.

Комплекс галлообразователей тополя представлен 8 видами, осины и березы – 7, вяза, ольхи и рябины – 6, клена остролистного и яблони – 5 видами. На тополе преобладают равнокрылые хоботные, в то время как на осине в равной мере представлены растительноядные галлообразующие клещи и гал-

лицы. На остальных видах названных выше растений преобладают растительноядные галлообразующие клещи, составляющие от 50 (вяз) до 83,3 % (ольха) общего количества видов в комплексе.

Ель, ясень и шиповник имеют комплекс галлообразователей, включающий по три вида. Для ели характерно преобладание в комплексе равнокрылых хоботных, для шиповника – доминирование орехотворок, а для ясени – равномерная представленность растительноядных галлообразующих клещей, равнокрылых хоботных и галлиц.

У лещины, черемухи и груши галлообразователи представлены всего двумя видами для каждого из указанных растений. На лещине развиваются галлообразующий клещик и галлица, на черемухе и груше – только клещи.

На бересклете, бузине, каштане конском обыкновенном, малине, сирени, сосне и видах жимолости развивается только по одному виду галлообразующих клещей. На акации желтой и видах спиреи также развивается только по одному виду галлообразователей, но в данном случае это виды галлиц. На крыжовнике и смородине они представлены одним видом галлообразующего пилильщика, а на лиственнице – видом хермеса.

На части интродуцированных или редко встречающихся в насаждениях города видах деревьев и кустарников галлообразующих насекомых или клещей не выявлено. Такими растениями являются – барбарис, вишня, дерен белый, дрок, ирга, калина, кизильник, крушина, лох, виды можжевельника

и пихты, раkitник, самшит, слива, снежно-ягодник, тис, туя западная, чубушник.

Большинство видов, образующих комплекс галлообразователей, отличаются высокой специфичностью взаимодействия с растениями-хозяевами и обычно являются монофагами (питание на одном виде растений) или узкими олигофагами (питание на нескольких видах растений из одного рода). Их распространение крайне тесно приурочено к ареалам кормовых растений, а развитие напрямую связано с развитием растения-хозяина. Особенно ярко это выражено у галлиц и растительноядных клещей [7]. Реже галлообразователи являются широкими олигофагами (питание несколькими видами растений из разных родов одного семейства). В городских насаждениях Москвы широкими олигофагами являются черный крыжовниковый пилильщик (*Emphytus grossulariae* Kl.), образующий галлы как на крыжовнике, так и на смородине, грушевый галловый клещик (*Eriophyes piri* Pagenst.), образующий галлы на рябине, яблоне и боярышнике.

Крайне редко галлообразователей можно отнести к видам-полифагам, которым свойственно питаться на нескольких видах растений, относящихся к разным семействам. Однако термин полифагия в данном случае имеет особый смысл. Во-первых, на растениях разных видов проходит питание особей разных поколений галлообразователей, а не одного поколения, как у открыто живущих листогрызущих полифагов. Во-вторых, разные поколения одного и того же вида галлообразователя питаются по-разному: на одном кормовом растении при питании личинок галлы образуются, при переходе на второе растение – личинки следующего поколения развиваются как обычные открыто живущие сосущие членистоногие. Как правило, они относятся к группе мигрирующих тлей.

В городских насаждениях зафиксировано присутствие нескольких видов галлообразователей-полифагов, принадлежащих к надсемейству Adelgoidea: осоко-вязовая тля (*Colopha compressa* Koch.), смородино-вязовая тля (*Eriosoma* (= *Schizoneura*) *ulmi* L.), тополево-сушенициевая тля (*Pemphigus filaginis* (= *populinigra*) B.de F.), тополево-салатная

тля (*P. lactucarius* Pass.), пихтово-ясенева тля (*P. nidificus* Loew.), вязово-злаковая тля (*Tetraneura ulmi* Deg.) (все – сем. Pemphigidae). При развитии этих видов на листьях вяза и тополя образуются галлы, на листьях ясеня при единичном развитии – деформация листовой пластинки, при повышенной численности – галлы, развитие последующих поколений на травянистых растениях, крыжовнике, смородине, а также на пихте происходит открыто.

Елово-лиственничный хермес (*Adelges laricis* Vall., сем. Adelgidae) занимает промежуточную позицию между широкими олигофагами и галлообразователями-полифагами, так как, с одной стороны, он развивается на растениях двух видов, относящихся к одному семейству (Pinaceae), а с другой стороны, особи различных поколений проходят питание по-разному – на побегах ели образуются галлы, на лиственнице – питание идет открыто.

Более половины видов комплекса галлообразователей (54,1 %) в городских насаждениях являются обычными, 21,3 % – встречаются редко, 16,4 % – очень редко.

Особое положение занимают виды, которые в естественных биоценозах не являются массовыми, а в городских условиях могут резко повышать плотность. В комплексе галлообразователей Москвы таких видов насчитывается 8,2 %. В основном это растительноядные галлообразующие клещи – три вида на липе (липовые клещики: краевой – *Eriophyes tetratrichus* Nal., бородавчатый – *E. tetratrichus stenoporus* Nal., войлочный – *E. tiliae* var. *liosoma* Nal.), два – на ольхе, редко используемой в типичных городских насаждениях (ольховый галловый – *E. laevis* Nal. и ольховый бугорчатый – *E. laevis inangulus* Nal. клещики) и по одному виду на вязе (вязовый мешотчатый клещик – *E. ulmicola brevipunctatus* Nal.) и черемухе (черемуховый галловый клещик – *E. padi* Nal.).

К массовым следует отнести два вида орехотворок на дубе, также нечасто используемом в типичных городских насаждениях (лепешковидная орехотворка – *Neuroterus albipes* Schrek., нумизматическая орехотворка *N. numismalis* Fourc.) и один вид галлиц на тополе (галлица шарообразная осиновая – *Harmandia globuli* Rubs.).

**Локализация повреждений галлообразователями (образование галлов)
на органах растений, % от общего количества видов**

| Место образования галла | Локализация повреждений | | | | |
|------------------------------------|------------------------------------|-------|--------|-------|---------------------|
| | Листовая пластина, включая черешок | Почки | Побеги | Корни | Генеративные органы |
| Листовая пластина, включая черешок | 77,9 | 2,5 | 1,6 | – | 2,5 |
| Почки | | 3,3 | 0,8 | – | 0,8 |
| Побеги | | | 8,2 | 0,8 | – |
| Корни | | | | – | – |
| Генеративные органы | | | | | 1,6 |

По экологическим условиям, создающимся внутри различных типов городских насаждений для растений и животного населения, их разделяют на 5 категорий, отличающихся по своему происхождению, составу и структуре, пространственному размещению растений и степени воздействия на растения неблагоприятных факторов городской среды: 1 – лесопарки, лесные дачи, территории ботанических садов с элементами лесных насаждений; 2 – парки, дендрарии, озелененные территории крупных спортивных, оздоровительных и культурно-исторических комплексов; 3 – внутридворовые насаждения и озелененные территории небольших объектов специального назначения; 4 – бульвары, скверы, озелененные пешеходные зоны и другие сложные уличные посадки; 5 – простые уличные посадки с их подразделением: 5.1 – существующие в условиях низкой интенсивности движения; 5.2 – при высокой интенсивности транспортных потоков.

Наиболее разнообразен комплекс галлообразователей, развивающихся в лесопарках, парках, дендрариях или иных крупных насаждениях, созданных на основе существовавших ранее лесных массивов или рядом с ними – 82 вида.

Самый малочисленный по количеству видов комплекс галлообразователей отмечен в простых уличных насаждениях, к которым относятся аллеи посадки вдоль больших и малых транспортных магистралей – 45 видов.

Комплекс галлообразователей сложных уличных посадок, скверов и бульваров превышает по количеству видов комплекс, сложившийся в простых уличных посадках,

но в то же время уступает комплексам галлообразователей, развивающихся в насаждениях, близких по сложившимся условиям к естественным, и составляет 61 вид.

Специфичность комплекса галлообразователей по отношению к кормовым растениям проявляется не только в выборе определенного вида растения-хозяина, но и в поражении строго определенной его части. Поэтому при рассмотрении особенностей комплекса галлообразователей немаловажным является локализация повреждений (место развития галла) на органах растения (табл. 2).

Полученные данные позволяют утверждать, что наибольшее количество видов галлообразователей (77,9 % от общего количества видов в комплексе) предпочитают развиваться на листовых пластинах растений. Незначительное количество видов развивается только на черешке листа, а у отдельных видов в течение вегетационного сезона разные поколения могут развиваться не только на листовой пластине, но и на почках, генеративных органах, побегах. В случае чрезвычайно высокой плотности часть популяций видов, предпочитающих для развития листовую пластину, может развиваться на иных органах растения. Чаще всего по структуре, химическому составу они чрезвычайно близки к листовой пластине. Например, при высокой численности популяции незначительная часть особей липового бородавчатого или войлочного клещиков (*Eriophyes tetratrichus stenoporus* Nal., *E. tiliae var. liosoma* Nal.) в городских насаждениях Москвы развивается не на густо заселенных листовых пластинах, а на относительно свободных прицветниках.

Уровень поврежденности крон растений и плотность галлов на листовых пластинах

| Вид галлообразователя | Тип насаждения | Поврежденность листьев, % по периодам наблюдения | | Плотность галлов, шт./лист (сред. ± m) | |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|--------|----------------------------------------|-------------|
| | | июнь | август | июнь | август |
| Вязовый мешотчатый клещик (<i>Eriophyes filiformis multistriatus</i> Nal.) | Парк МГУЛ | 25,0 | 13,0 | 2,60 ± 0,11 | 1,54 ± 0,48 |
| | Парк «Сокольники» | 99,0 | 23,0 | 11,9 ± 1,62 | 2,57 ± 0,86 |
| | Октябрьский бульвар (левая часть) | 17,0 | 6,0 | 1,24 ± 0,09 | 2,0 |
| | Октябрьский бульвар (правая часть) | 48,0 | 13,0 | 1,56 ± 0,15 | 1,77 ± 0,41 |
| Липовый бородавчатый клещик (<i>E. tetratrichus stenoporus</i> Nal.) | Парк МГУЛ | 9,0 | 13,0 | 1,22 ± 0,22 | 2,0 ± 0,39 |
| | Береговая улица (длительное затенение) | 1,0 | 24,0 | 6,0 | 1,50 ± 0,45 |
| | Береговая улица (длительное освещение) | 3,0 | 10,0 | 2,25 ± 0,19 | 1,60 ± 0,24 |
| Липовый войлочный клещик (<i>E. tiliae var. liosoma</i> Nal.) | Парк МГУЛ | 22,0 | 4,0 | 1,95 ± 0,24 | 1,0 |
| | Парк «Сокольники» | – | 2,0 | – | 1,0 |
| | Октябрьский бульвар (левая часть) | 20,0 | 22,0 | 1,25 ± 0,21 | 1,41 ± 0,34 |
| | Октябрьский бульвар (правая часть) | – | 5,0 | – | 1,20 ± 0,09 |
| Липовый рожковидный клещик (<i>E. tiliae var. rudis</i> Nal.) | Парк «Сокольники» | – | 1,0 | – | 2,0 |
| | Парк на площади Туманяна | – | 2,0 | – | 3,0 |
| | Октябрьский бульвар (правая часть) | 6,0 | 8,0 | 27,5 ± 5,69 | 2,13 ± 0,39 |
| | Береговая улица (длительное освещение) | 10,0 | 18,0 | 1,40 ± 0,24 | 3,11 ± 0,84 |
| | Береговая улица (длительное затенение) | – | 1,0 | – | 2,0 |
| Кленовый войлочный клещик (<i>E. macrochelus eriobius</i> Nal.) | Парк МГУЛ | 15,0 | 2,67 | 2,0 | 3,50 ± 0,86 |
| | Парк «Сокольники» | – | 4,0 | – | 1,50 ± 0,11 |
| Осиновый бугорчатый клещик (<i>Phyllocoptes populi</i> Nal.) | Парк микрорайона «Комитетский лес» | 16,0 | 5,0 | 1,19 ± 0,76 | 1,60 ± 0,18 |
| | Октябрьский бульвар (левая часть) | 32,0 | 51,0 | 2,21 ± 0,88 | 1,90 ± 0,75 |
| | Октябрьский бульвар (правая часть) | 20,0 | 11,0 | 2,20 ± 0,52 | 1,15 ± 0,22 |
| Березовый войлочный клещик (<i>E. rudis typicus</i> Nal.) | Парк МГУЛ | 4,0 | – | 1,0 | – |
| | Парк микрорайона «Комитетский лес» | 4,0 | – | 1,50 ± 0,44 | – |
| | Октябрьский бульвар (правая часть) | – | 8,0 | – | 4,13 ± 1,09 |

Вторыми по количеству развивающихся видов галлообразователей находятся побеги (8,2 % от общего количества видов в комплексе). При этом 6 из 10 таких видов развивается на иве. На почках развивается 3,3 % видов галлообразователей, 1,6 % видов связаны исключительно с генеративными органами растений. Один вид – корневая орехотворка (*Biorrhiza pallida* Ol.) повреждает при развитии разных поколений побеги и корни дуба.

Наблюдения, проведенные за несколькими видами галлообразующих клещей в насаждениях разных экологических категорий, позволили сделать несколько предварительных выводов об уровне поврежденности крон и плотности галлов на листовых пластинах (табл. 3).

Данные, сведенные в табл. 3, позволяют утверждать, что в различных типах городских насаждений уровень поврежденности

крон растений у одних и тех же видов галлообразующих клещей различается.

При этом для вязового мешотчатого, липового войлочного, осинового бугорчатого клещиков к концу вегетационного периода отмечено снижение поврежденности крон растений. Для липовых рожковидного и бородавчатого галлообразующих клещиков, наоборот, наблюдалось повышение уровня поврежденности растений. Кроме одного участка, где насаждение, в котором развивался липовый бородавчатый клещик, в течение всего дня было освещено прямыми солнечными лучами.

Средняя плотность галлов для большинства видов была стабильной и варьировала от 1,24 до 2,67 галла на лист и только в единичных случаях в отдельных насаждениях превышала значение в 3 галла на лист (вязовый мешотчатый клещик в парке «Сокольники» и липовый рожковидный клещик на правой части Октябрьского бульвара).

Изучение видового разнообразия и распространения галлообразователей, а также степени их специализации на растениях-хозяевах даст представление о вовлечении этой таксономически неоднородной группы организмов в фитоценогенные процессы в городских условиях, их роли в ослаблении городских насаждений и снижении уровня декоративности.

Библиографический список

1. Белов, Д.А. Видовой состав и структура растительноядных членистоногих в насаждениях Москвы / Д.А. Белов // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб науч. тр. – Вып. 302 (1). – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2000. – С. 26–33.
2. Белов, Д.А. Грызущие и минирующие листву насекомые в зеленых насаждениях Москвы: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / Д.А. Белов. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2000. – 28 с.
3. Белова, Н.К. Видовой состав и структура комплекса вредителей древесных растений в насаждениях Москвы. Мониторинг состояния лесных и городских экосистем / Н.К. Белова, Д.А. Белов; под ред. В.С. Шалаева, Е.Г. Мозолева. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2004. – С. 196–208.
4. Кривошеина, Н.П. Дендробионтные членистоногие заповедника Лесная опытная дача ТСХА / Н.П. Кривошеина, А.И. Зайцев // Дендробионтные насекомые зеленых насаждений г. Москвы. – М.: Наука, 1992. – С. 98–112.
5. Кулагин, Н.М. Вредные насекомые Москвы и ее ближайших окрестностей с 1871 по 1932 г. / Н.М. Кулагин // Зоологический журнал. – 1934. – Т. 13. – Вып. 3. – С. 453–471.
6. Слепян, Э.И. Патологические новообразования и их возбудители у растений / Э.И. Слепян. – Л.: Наука, 1973. – 511 с.
7. Федотова, З.А. Галлицы фитофаги (Diptera, Cecidomyiidae) пустынь и гор Казахстана: морфология, биология, распространение, филогения и систематика / З.А. Федотова. – Самара: Самарская ГСХА, 2000. – 803 с.
8. Чехонина, О.Б. Галлообразователи Московского региона: их пищевая активность и влияние на фотосинтетический аппарат листа / О.Б. Чехонина, С.А. Кузнецова // Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование биоценозов и их отдельные компоненты. – М.: МПУ, 2002. – С. 21–24.
9. Malpighi, M. De Gallis. Opera omnia, Lugduni Batavorum / M. Malpighi. – Apud P. Vander, 1687. – S. 112 – 132.
10. Mani, M.S. Ecology of plant galls / M.S. Mani. – Dr. W. Junk. Publ. The Hague, 1964. – 247 p.
11. Skuhrava, M. Outbreak of two gall midges, *Harrisomyia* n. gen. *vitrina* (Kieffer) and *Drisina glutinosa* Giard (Cecidomyiidae, Diptera) on maple, *Acer pseudoplatanus* L. in Czechoslovakia, with descriptions of the two genera and species / M. Skuhrava // Z. angew. Entomol. – 1986. – V. 101. – № 3. – P. 256–274.

БИОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ДВУКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ В ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

Е.В. ЮРКИНА,
С.В. ПЕСТОВ

Республика Коми расположена на северо-востоке европейской части Российской Федерации. Большая протяженность территории в меридиональном и широтном направлениях обуславливает разнообразие геоморфологических условий, рельефа и климата и, как следствие, растительного и почвенного покрова, флоры и фауны. Лесная зона с подзонами южной лесотундры, крайне северной, северной, средней и южной тайгой занимает более 95 % пространства Республики Коми.

Во всех подзонах таежной зоны в Республике Коми широко распространены светлохвойные леса, образованные сосной. Все сосновые леса Республики Коми сформированы одним видом – сосной обыкновенной,

представляя собой одну субформацию формации *Pineta* (сосновые леса). Лишайниковые и сфагновые сосновые леса в большинстве случаев являются коренными типами. Ассоциации остальных групп можно определить как производные еловых лесов. В пределах всех групп после низового пожара обычно развиваются кратковременные производные ассоциации. В формации сосновых лесов выделены лишайниковый, зеленомошный, зеленомошно-сфагновый, долгомошный, сфагновый и травяно-сфагновый типы [3]. В республике наиболее распространены зеленомошные (39 %) и сфагновые (31 %) сосняки. Лишайниковые и долгомошные сосновые леса занимают примерно одинаковые площади (15 %).

Анализ структуры энтомофауны проведен в сосняках малонарушенных (заказники), нарушенных (гари, вырубки, территории, подвергшиеся техногенному воздействию, рекреационные леса), искусственного происхождения (культуры, плантации, лесосеменные участки).

Пространственное строение растительности и тип размещения деревьев на площади влияют на освещенность, влажность, температурный режим, уровень проветривания территории. Они имеют определяющее значение для восприятия насекомыми исходящих от пищевых объектов сигналов. Так, лесные опушки являются барьером или фильтром, отсеивающим их. Напротив, открытые площади с рядами посаженных деревьев или с биогруппами подроста могут сформировать скопления ищущих кормовые породы насекомых.

Характер распределения деревьев в сосняках различных групп изменяется от агрегированного до равномерного. Этот фактор является существенным при расселении членистоногих животных. Доступность пищевого ресурса является мерой его восприятия для мигрантов. Древесные растения являются наиболее сильными эдификаторами. Они в большей степени, чем травы, модифицируют условия экотопа. Заброшенные территории (песчаные карьеры, старые лесовозные дороги, взлетно-посадочные полосы лесных аэродромов), земли, исключенные из сельскохозяйственного и других видов пользования, зарастают. Вся растительная масса ежегодно включается в биологический круговорот. Нередко такие зоны достаточно привлекательны и являются «экологическими коридорами» для видов мигрантов. Это особенно важно для подвижных, активно перемещающихся представителей отряда двукрылых.

Исследования проводились в сосняках Княжпогостского, Корткеросского, Койгородского, Сыктывдинского, Сысольского, Прилузского, Усть-Вымского, Усть-Куломского, Ухтинского административных районов республики. В процессе исследований было заложено 16 постоянных пробных площадей (ППП) и 450 временных. Их размеры колебались от 0,10 до 6,0 га. На каждой из ППП было проведено полное описание видового состава древесной, кустарниковой, травянистой рас-

тительности и мохового покрова и проведена инвентаризация фауны членистоногих, основную часть которой составляли насекомые.

Важнейшим компонентом лесных экосистем является энтомофауна, изученность состава и структуры которой в сосняках Республики Коми и на сопредельных территориях крайне недостаточна. Одной из важнейших групп насекомых таежных экосистем являются двукрылые. Их представители занимают различные экологические ниши, чувствительны к изменению абиотических факторов, пищевые потребности их разнообразны. Поэтому эта группа является удобным объектом для мониторинговых исследований [1].

Фауна двукрылых в сосновых лесах Республики Коми включает 46 видов, относящихся к 15 семействам. Очевидно, что данная цифра неокончательная. Только общее число выявленных семейств превышает 30. Видовая принадлежность целого ряда новых семейств, ранее в Республике Коми не отмеченных (*Phoridae*, *Empididae*, *Hybotidae*, *Sciaridae*, *Helomyzidae*), уточняется. В таблице новые для Республики Коми виды и семейства двукрылых отмечены звездочкой (*).

Наибольшее видовое разнообразие и количество широко распространенных в данном районе видов имеют семейство *Syrphidae* и *Cecidomyiidae*, за ними следуют *Asilidae*. Остальные семейства представлены 1–3 видами.

Распределение видов двукрылых насекомых в сосновых лесах региона по встречаемости следующее (таблица): отмечены в единичном числе 18 представителей, редких – 10, обычных – 15, многочисленными являются 5 видов.

Двукрылые сосновых лесов принадлежат к трем функционально-биоценотическим комплексам: фитофагов – 11, энтомофагов – 22, сапрофагов – 14. Видовая принадлежность шести видов мицетофагов уточняется. Фитофаги подразделены на группы филофагов (9 видов) и ризофагов (2), энтомофаги – на группы хищников (17) и паразитов (5), сапрофаги – на группы детритофагов (7), ксилосапрофагов (7). Имаго 23 видов двукрылых являются антофилами. Представители сем. *Asilidae* (4 вида) – хищники на стадии личинки и имаго. Имаго оставшихся 19 видов не питаются.

Видовой состав отряда Двукрылые и их распределение по ценоотическим комплексам и экологическим группам и встречаемости в сосняках различного типа с указанием новых для Республики Коми семейств и видов

| Таксономическое положение вида | Ценокомплекс видов | Экогруппа | Тип биоценоза, балл встречаемости | | |
|-------------------------------------------------|--------------------|-----------|-----------------------------------|-----|----|
| | | | СЕМн | СЕН | СИ |
| Подотр. Nematocera Сем. Cecidomyiidae | | | | | |
| <i>*Harmandia cavernosa</i> (Rьbs.) | ф | фил | 4 | 4 | 4 |
| <i>H. loewi</i> Rьbsaam | ф | фил | 4 | 4 | 4 |
| <i>*Dasyneira rosaria</i> Lw. | ф | фил | 4 | 4 | – |
| <i>*D. salicis</i> Schrank. | ф | фил | 2 | 2 | – |
| <i>*D. saliciperda</i> Dufour. | ф | фил | 3 | 3 | – |
| <i>Contarinia petioli</i> Kieff. | ф | фил | 4 | 4 | 4 |
| <i>*Thecodiplosis brachyntera</i> Schwaegrichen | ф | фил | – | – | 2 |
| Сем. Tipulidae | | | | | |
| <i>Nephrotoma crocata</i> L. | с | д | – | 1 | – |
| <i>Tanyptera atrata</i> L. | с | д | 3 | – | – |
| <i>Tipulua flavolineata</i> Meig. | с | д | – | 3 | – |
| Подотр. Brachycera Ortorrhapha Сем. Bibionidae | | | | | |
| <i>Bibio pomonae</i> F. | с | кс, а | 2 | – | – |
| <i>*Dilophus</i> sp. | ф | р | 1 | – | – |
| Сем. Rhagionidae | | | | | |
| <i>Rhagio scolopaceus</i> L. | э | х | 1 | – | – |
| Сем. Asilidae | | | | | |
| <i>Dioctria cothurnata</i> Mg. | э | х | 2 | – | – |
| <i>Laphria flava</i> L. | э | х | 2 | – | – |
| <i>L. gibbosa</i> L. | э | х | 2 | – | – |
| <i>Machimus atricapillus</i> Fll. | э | х | 2 | – | – |
| Сем. Bombyliidae | | | | | |
| <i>Bombylius major</i> L. | э | п, а | 3 | – | – |
| Сем. Dolichopodidae | | | | | |
| <i>Dolichopus brevipennis</i> Mg. | э | х | 1 | – | – |
| <i>D. plumipes</i> Scopoli. | э | х | 1 | – | – |
| Подотр. Brachycera Cyclorrhapha Сем. Syrphidae | | | | | |
| <i>*Chamaesyrrhus scaevoides</i> Fll. | э | х, а | 1 | – | – |
| <i>Cheilosia flavipes</i> Ztt. | ф | р, а | – | – | 1 |
| <i>Didea intermedia</i> Lw. | э | х, а | 1 | – | – |
| <i>Eristalis intricarius</i> L. | с | д, а | 1 | – | – |
| <i>E. vitripennis</i> Strobl. | с | д, а | 3 | – | – |
| <i>*Eristalis</i> sp. | с | д, а | 3 | 3 | – |
| <i>Helophilus lapponicus</i> Wahlberg. | с | д, а | 1 | – | – |
| <i>Mallota megilliformis</i> Fll. | с | кс, а | 1 | – | – |
| <i>Myitropa florea</i> L. | с | кс, а | 3 | – | – |
| <i>Scaeva pyrastris</i> Mg. | э | х, а | 3 | – | – |
| <i>Sphaerophoria menthastri</i> L. | э | х, а | 1 | – | – |
| <i>Syrphus corollae</i> F. | э | х, а | 3 | – | – |
| <i>S. torvus</i> O-S. | э | х, а | – | – | 2 |
| <i>Temnostoma angustistriatum</i> F. | с | кс, а | 1 | – | – |
| <i>Xanthogramma pedissequum</i> Harris. | э | х, а | 3 | – | – |
| <i>*Chalcosyrphus rufipes</i> Lw. | с | кс, а | 1 | – | – |
| <i>Xylota segnis</i> L. | с | кс, а | 1 | – | – |
| <i>Xylota</i> sp. | с | кс, а | 2 | 2 | – |
| Сем. *Pipunculidae | | | | | |
| <i>*Pipunculus campestris</i> Latr. | э | п | 1 | 1 | – |

| Таксономическое положение вида | Ценокомплекс видов | Экогруппа | Тип биоценоза, балл встречаемости | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----------|-----------------------------------|-----|----|
| | | | СЕМн | СЕН | СИ |
| Сем. Conopidae | | | | | |
| <i>Sicus ferrugineus</i> L. | э | п, а | 1 | – | – |
| Сем. Tephritidae | | | | | |
| <i>Paroxynus</i> sp. | ф | фил | 2 | – | – |
| Сем. Agromyzidae | | | | | |
| * <i>Agromyza alnibetulae</i> Hendel | ф | фил | – | 3 | – |
| Сем. Muscidae | | | | | |
| <i>Mesembrina mystacea</i> L. | э | х | 3 | – | – |
| Сем. Sarcophagidae | | | | | |
| <i>Parasarcophaga</i> sp. | э | х | 3 | 3 | – |
| Сем. Tachinidae | | | | | |
| * <i>Phryxe erythrostroma</i> Htg. | э | п, а | – | – | 1 |
| * <i>Rumea mibis</i> Mg. | э | п, а | – | – | 2 |

Примечание. *) Новые для Республики Коми таксоны: СЕМн – сосняк естественный малонарушенный; СЕН – сосняк естественный нарушенный; СИ – сосняк искусственного происхождения. Балл встречаемости: 1 – единичный; 2 – редкий; 3 – обычный; 4 – многочисленный; 5 – массовый вид. ф – фитофаги; э – энтомофаги; с – сапрофаги; а – антофилы; фил – филлофаги; р – ризофаги; х – хищники; п – паразиты; д – детритофаги; кс – ксилосапрофаги

Несмотря на развитую лесопромышленную деятельность, растительный покров на территории Республики Коми трансформирован антропогенной деятельностью в меньшей степени, чем на европейском Северо-Западе России. Однако на современном этапе исторического развития все лесные ландшафты хотя бы в минимальной степени испытывали или испытывают на себе воздействие человеческой цивилизации. Исходя из этого, под *естественными малонарушенными* лесами следует понимать такие территории, на которых хозяйственная деятельность человека выступает как слабо значимая, влияющая на ход природных процессов в незначительной степени. Под *естественными нарушенными лесами* – территории, на которых хозяйственная деятельность человека выступает как значимая, заметно влияющая на ход природных процессов.

Наиболее насыщенными во флористическом отношении являются естественные малонарушенные сообщества. Здесь обнаружено 90 видов растений. В старовозрастных лесах при естественной смене поколений древесный полог материнского древостоя постепенно разрушается и происходит формирование нового поколения за счет биогрупп и куртин подроста. Малонарушенные сосновые

леса обычно характеризуются онтогенетической разновозрастностью, поскольку в них представлены почти все возрастные группы.

В лесу разновозрастный валеж распределен по площади довольно равномерно с разной представленностью неодинаковых степеней разложения. Он накапливается в процессе постепенного отмирания растений. Только в результате бурелома или ветровала образуются завалы. В составе крупномерных остатков, как правило, преобладает сосновый валеж. Здесь достаточно мест для расплода двукрылых – сапрофагов и мицетофагов.

В малонарушенных лесах обнаружено 38 видов двукрылых из 13 семейств. Энтомофауна данных территорий отличается достаточно большим видовым разнообразием и имеет выраженный бореальный облик. Здесь присутствует три функционально-биоценологических комплекса: фитофаги (8 видов), энтомофаги (19), сапрофаги (12).

Из фитофагов широко распространено семейство галлиц. Мелкие комарики, имаго которых афаги, а личинки, обитая внутри тканей, образуют галлы на листьях, их черешках, корнях, стеблях и генеративных органах древесных и травянистых растений. С лесными ценозами связаны галлицы, развивающиеся на осине (*Populus tremula* L.), ивах

(*Salix* sp.), сосне (*Pinus sylvestris* L.), лиственнице (*Larix sibirica* Ledeb.) и ели (*Picea abies* (L) Karst). Имаго мы не встречали, а вот мамино-красные шарообразные наросты на листьях осины, присутствующие на верхней (**Harmandia tremulae* Kieff.) или нижней (**H. cavernosa* Rbbs.) поверхности или на черешке листьев (*Contarinia petioli* Kieff.) осины обычны повсюду в июле-августе. Осенью взрослые личинки выходят из галлов (обыкновенно, когда листья осины уже упали на землю) и окукливаются в земле. В начале следующего лета из куколок выходят взрослые комарики. Другие виды галлиц образуют различно устроенные образования на листьях, веточках, реже – цветах различных деревьев и кустарников. Достаточно разнообразен видовой комплекс галлиц, формирующийся на ивах (**Dasineura pierreana* Kieff., **Dasineura marginemtorquens* Bremi, **Dasineura rosaria* Lw). В шишках хвойных пород развиваются несколько видов галлиц: *Kaltenbachiola strobi* Winn и *Resseliella sibirica* Mam. Галл является надежной защитой этих очень мелких насекомых от врагов и неблагоприятного воздействия внешней среды.

Характеризуя насекомых – потребителей пыльцы и нектара, необходимо отметить, что цветы используют многие виды насекомых. Прежде всего, это виды из отрядов жесткокрылые, перепончатокрылые, чешуекрылые, двукрылые, но большинство из них антофилами являются лишь непродолжительный период, а их главные трофические связи иные. Среди двукрылых к наиболее специализированным потребителям нектара и пыльцы растений относятся журчалки. Они часто встречаются на цветах сем. Rosaceae, Salicaceae, Grossulariaceae и других древесно-кустарниковых или травянистых растений, участвуя в их опылении. Выявленные в малонарушенных лесах сирфиды принадлежат к различным фенологическим группам и в течение периода вегетации растений сменяют одна другую. В ранневесенний период активны **Chamaesyrrhus scaevoides* Fall., *Eristalis intricarius* L., *Syrphus torvus* O-S. В июне в энтомокомплексе присутствуют *Mallota megilliformis* Fall., *Temnostoma angustistriatum* Kriv. Больше всего журчалок в

июле. Из летних представителей сирфид можно отметить *Didea intermedia* Lw., *Myiatropa florea* L., *Scaeva pyrastris* L., *Sphaerophoria menthastri* L., *Xanthogramma pedissequum* Harris, **Chalcosyrphus rufipes* Lw., *X. segnis* L. и другие. Видовое разнообразие и численность этой группы становится низкой с начала августа. Ближе к осени, в период цветения зонтичных, журчалки активно посещают эти растения. Вдоль дорог и частично внедряясь вглубь леса, растет борщевик Сосновского. Этот адвентивный вид получил в Республике Коми широкое распространение. В культуре его уже не выращивают, а в лесах он сохранился, и его цветы привлекают многих насекомых. В осенний период сирфиды (*Eristalis vitripennis* Strobl, **Volucella inanis* L., **Xylota meigeniana* Stack., *Cheilosia flavipes* Pz.) концентрируются на лесных опушках, перелесках, на вырубках и на незаросших культурах.

Многие хищные и паразитические двукрылые достаточно эффективны в лесных экосистемах. Среди разнообразных в трофическом отношении мух журчалок присутствуют хищники. Личинки *Chamaesyrrhus scaevoides* Fall., *Didea intermedia* Lw., *Scaeva pyrastris* L., **Triglyphus primus* Lw., *Sphaerophoria menthastri* L. охотятся на растениях в колониях тлей. С лесными экосистемами из хищных журчалок Республики Коми наиболее тесно связан **Neocnemon fulvimanus* Ztt.. Его личинки питаются хермисами на сосне и ели. Личинки мух навозниц – *Mesembrina mystacea* L. (сем. Muscidae) хищничают в помете животных. В теле шмелей паразитируют личинки мух большеголовки – **Conops quadrifasciatus* DG., **Thecophora fulvipes* R-D., *Sicus ferrugineus* L. (Conopidae). Последний вид обычен в луговых сообществах и по опушкам лесов, в сосновых лесах встречается единично. Имаго мух из семейства жужжал (*Bombylidae*, *Bombylius major* L.) питаются нектаром цветков, а их личинки – паразиты в гнездах одиночных пчел.

Сапрофагия характерна для личинок сем. Tipulidae, Bibionidae, некоторых Syrphidae. Они питаются опавшими листьями, обитают в отмирающей древесине, на гнилых пнях или среди корней растений. Например, *Bibio pomonae* F. (Bibionidae) играет большую

роль в накоплении гумуса в почве. В роли деструкторов гниющей древесины выступают *Temnostoma angustistriatum* Kriv., *Mallota megiliformis* Fall., **Chalcosyrphus rufipes* Lw., *X. segnis* L., *X. suecica* Ringd. (Syrphidae), **Lauxania cylindricornis* F. (Lauxaniidae), *Homalocephala angustata* Wahlb. (Ulidiidae).

В светлых лесах освещенность достаточно высока. Здесь преобладают светлюбивые виды растений. Могут присутствовать луговые и опушечно-полянны растения. Среди них такие как: *Alopecurus pratensis* L. (лисохвост), *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv. (луговик дернистый), *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch (канареечник), *Poa pratensis* L. (мятлик луговой), *Lathyrus pratensis* L. (чина), *Trifolium pratense* L. (клевер), *Campanula rotundifolia* L. (колокольчик круглолистный), *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. (кошачья лапка), *Leucanthemum vulgare* Lam. (нивяник обыкновенный).

Не для всех двукрылых условия обитания в сухих сосновых лесах благоприятны. Сосняки данного типа приближаются к лесопаркам. Здесь обычны небольшие водоемы естественного или искусственного происхождения. В них многочисленны водные личинки двукрылых. Если такие водоемы отсутствуют, то выплод двукрылых, имеющих водные личинки, связан с наличием микроводоемов. Их количество в сухих борах невелико. Помимо этого, боры белошники приурочены в основном к песчаным почвам, которые легко пропускают значительное количество поверхностной влаги. Только ранней весной неровности с талой водой могут заселяться личинками сем. Culicidae, Tabanidae, Syrphidae и др.

К лесам с более высокой влажностью принадлежат зеленомошные, долгомошные и сфагновые сосновые леса. Площадь их распространения по территории средней тайги Республики Коми превышает площадь распространения сухих сосновых лесов.

В сосняках зеленомошниках, в оконных ловушках в июле 2002 г. обнаружены некоторые виды мух сирфид (*Cheilosia scutellata* Fall., *Triglyphus primus* Lw.), представители сем. Calobatidae (**Calobata petronella* L.).

Как в сухих, так и во влажных сосновых лесах встречаются комары толстоножки

– *Bibio pomonae*, они присутствовали в оконных ловушках с 24 июня по 16 июля. Мухи сирфиды – *Eristalis vitripennis* являются политопными представителями журчалок, обычных в сосняках разных типов. К редким представителям семейства относятся **Triglyphus primus* Lw. и **Scaeva pyrastris* L.. Это первые находки данных видов на европейском северо-востоке.

Растительный покров на территории Республики Коми трансформирован деятельностью человека в меньшей степени, чем на европейском Северо-Западе России. Удаленность и суровый климат долгое время сдерживали темпы заселения региона, освоение его природных богатств. Поэтому деятельность человека ранее выступала скорее как исторический фактор формирования тайги, а не как антропогенное нарушение.

Проведенная экологическая экспертиза видов хозяйственной деятельности показала, что из всех форм негативного влияния на лес в средней подзоне тайги наибольшую опасность представляют рубки, пожары, загрязнение лесной среды (промышленное, химическое, механическое, комплексные нарушения, например свалки промышленных и бытовых отходов), добыча нерудных ископаемых, рекреационная нагрузка.

В нарушенных ценозах обнаружено 76 видов растений. С такими сообществами связано 13 видов двукрылых насекомых, относящихся к 6 семействам.

Главным фактором антропогенной трансформации в многолесных районах европейской России являются рубки. Только за период с 1983 по 1988 гг. в результате интенсивной эксплуатации лесных массивов в юго-западной части республики общая площадь хвойных древостоев сократилась почти на 140 тыс. га. На данных площадях формируются лиственные молодняки. Особенно эти явления стали заметны на фоне недостаточного внимания к лесовосстановительным мероприятиям на вырубленных площадях. Концентрированные рубки леса приводят к глубоким изменениям исходных типов леса. Большинство типичных представителей растительности и животного мира испытывают после рубки стрессовое состояние. Они на-

ходятся в состоянии депрессии. Последствия вмешательства в жизнь ценоза ощущаются до десяти лет.

При вырубке леса на лесосеках резко изменяются освещенность, температура воздуха, температурный и гидрологический режим почвы и как следствие – протекающие в них физико-химические и биологические процессы. Нарушается сложившийся ранее цикл обмена веществ между лесной растительностью и почвой. С отчужденной древесины из биологического круговорота изымаются депонированные в течение длительного периода значительные количества элементов минерального питания, прежде всего кальция, азота и серы. При постепенном разложении порубочных остатков в почву поступают азот и зольные элементы в количествах, во много раз превышающих их ежегодное поступление с опадом в лесных экосистемах [2, 4]. Фауна двукрылых на открытых участках богата в видовом отношении, но изучена пока недостаточно. Если леса могут являться местами укрытий для имаго двукрылых, то на таких территориях энтомофаги охотятся, многие собираются здесь во время брачного полета.

Пожары приводят к формированию светлохвойных таежных лесов, где преобладают «пирогенные» породы деревьев, к которым принадлежит сосна. В сосняках лишайниковых, брусничных и черничных, пройденных пожарами, в первые 10–15 лет появляется значительное количество самосева сосны удовлетворительного состояния, что обеспечивает процессы формирования сосновых насаждений. На свежих гарях было обнаружено большое количество представителей сем. Anthomyiidae, видовая принадлежность которых уточняется. Местами массового выноса служат такие территории для двукрылых сапрофагов. Здесь собрано 44 экз. мух горбатов (сем. Phoridae). Их личинки обычны повсюду, где есть гниющая органика.

Промышленное загрязнение лесов республики связано с работой топливно-энергетического и лесного комплексов. Хотя одной из экологических проблем в Республике Коми остается загрязнение природной среды в районах нефте- и газодобычи, в дан-

ной работе этот вопрос не рассматривается, поскольку такие предприятия располагаются вне исследуемой территории. В средней тайге отмечены локальные загрязнения нефтепродуктами. Они были как случайными, так и постоянными.

Вторым по значению в экономике Республики Коми является лесопромышленный комплекс, представленный предприятиями лесного хозяйства, лесозаготовительной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности.

Довольно сильному антропогенному воздействию подвергаются леса, окружающие г. Сыктывкар кольцом шириной до 50 км. Высокая аэрогенная химическая нагрузка отмечается также в Усть-Вымском и Княжпогостском районах. Автотранспорт вносит в суммарные выбросы более 69 % загрязнений. Еще одним источником вредного воздействия на лес являются строительные предприятия.

Предельно высокая степень антропогенного воздействия зафиксирована в сосняках Трехозерного, Эжвинского лесничеств Сыктывкарского лесхоза. Наибольший антропогенный стресс испытывают лесные массивы в радиусе до 15 км от Сыктывкара. Техногенные нагрузки связаны с деятельностью лесопромышленного комплекса, выбросами автотранспорта. В этом месте остается постоянно высокой рекреационная нагрузка. Ее последствием является не только вытаптывание подстилки, но и пожары, случающиеся ежегодно. Движение транспорта на этих территориях наибольшее, поскольку здесь проходят железная и шоссейная дороги федерального значения. Последствия аэротехногенного загрязнения – это изреживание и усыхание древостоя, снижение прироста, пожелтение хвои, отсутствие естественного возобновления сосны. В зоне действия лесопромышленного комплекса размер проективного покрытия травянистого покрова в лесах снижается до 15–45 %, подстилка разрушается, внедряются растения, не свойственные естественным лесам.

Хотя пригородные леса не создавались человеком специально, они имеют свою специфику. Данные массивы расположены на наиболее живописных местах вблизи водоемов

– на берегах рек, озер, являющихся местом развития многих представителей двукрылых. Специальный уход в пригородных лесах не проводится. Как правило, эти участки испытывают большую рекреационную нагрузку, на их территории имеются свалки и завалы мусора. На нарушенных территориях погибающий лес образует завалы.

На загрязненных и рекреационных территориях обитают виды, экологически соответствующие типу нарушений и структуре конкретного биотопа. Многие из них виды-синантропы. К ним принадлежат, прежде всего, насекомые из сем. Sepsidae, Muscidae и Calliphoridae. Они встречаются в этом месте в связи с близостью мест выплода, благоприятных стаций и наличием прокормителей. Нередко на нарушенных территориях лесную растительность замещают виды растений, приуроченных к открытым ландшафтам. Здесь много злаковых мух (*Chlorops pumilionis* Bjerkander., *Oscinella frit* L.), трофически связанных с растениями семейства мятликовых. Отмечены светлюбивые виды, свойственные лугам и полям, наличие которых, вероятно, обусловлено антропогенными факторами.

Огромные площади концентрированных вырубок в таежных лесах вызвали необходимость усиления лесовосстановительных работ. Лесокультурные работы в Республике Коми начаты в 1948 г. Они производятся в основном на вырубках, образованных на месте сосновых лесов. За всю историю лесного хозяйства в республике заложено 704,6 тыс. га лесных культур. В республике создаются следующие типы ценозов искусственного происхождения: лесные моно- и поликультуры, лесосеменные плантации, постоянные лесосеменные участки.

Сосняки искусственного происхождения по строению и составу растительности близки к естественным молоднякам, растущим на антропогенно-трансформированных участках. Растения практически не охватывают бедный элементами питания и лишенный органики песчаный субстрат междурядий. При подготовке лесокультурных площадей поверхностный покров почвы со всем, что там находится, сдвигается в валы. В рядах культур проективное покрытие травяно-кустарничко-

вого яруса составляет 80 %, в междурядьях на бедных элементами питания и лишенных органики песчаных почвах – 1–5 %. В основном он представлен растениями, зачатки которых были привнесены с комом земли или появились налетом с приграничных территорий. Напочвенный покров сформирован фрагментарно в основном под пологом деревьев на комьях земли, в приствольном круге. Мохообразные, слабо заселяющие сухие субстраты, в карьерах представлены более полно. *Polytrichum commune* Hedw., *P. juniperinum* Hedw., *P. piliferum* Hedw., *P. strictum* Brid. являются достаточно типичными для таких участков. Помимо них пионерными видами, заселяющими промежутки в рядах деревьев, являются *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth (вейник наземный), *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. (иван-чай), на увлажненных участках – *Carex globularis* L., *C. nigra* (L.) Reichard (осоки), *Eriophorum vaginatum* L. (пушица). На горяч, долго не зарастающих никакими другими растениями, одной из первых появляется *Festuca ovina* L. (овсяница овечья). Только под пологом насаждений III класса возраста облик травостоя определяют растения, типичные для лесных сообществ.

В культурах первых трех лет жизни освещенность соответствует открытым ландшафтам и изменяется лишь в зависимости от облачности. По мере развития деревьев проявляется разница в степени освещенности между рядами культур и в рядах с посадками сосны. Она увеличивается по мере смыкания крон. В густых сомкнутых культурах освещенность в рядах составляет в среднем 45,2 % от освещенности открытого пространства.

В лесах искусственного происхождения обнаружено 74 вида растений. В таких местах зарегистрировано 8 видов двукрылых, относящихся к 3 семействам. На зарастающих кустарниками и травянистой растительностью территориях обычны галлицы. Личинки мух сирфид иногда обитают в стеблях травянистых растений, во вздутиях корней, в минах на листьях. На зарастающих испытательных культурах Эжвинского лесничества Сыктывкарского лесхоза обнаружен *Cheilosia flavipes* Pz.. Здесь встречаются также хищные журчалки (*Syrphus torvus* O-S.).

Представители отряда двукрылых проявляют разнообразные адаптивные реакции на изменения условий внешней среды и в соответствии с этим формируется их состав. Двукрылые фитофаги – минеры, галлообразователи имеют постоянную и стабильную кормовую базу. Их реакция на изменение окружающей среды опосредована изменением растительности. Большая группа насекомых сапрофагов, мицетофагов, сапроксиломицетофагов сосновых сообществ участвует в цепях разложения органики.

Некоторые виды журчалок на стадии личинки питаются тлями и гусеницами мелких бабочек (*Parasyrphus nigratarsis* Zett., *Sphaerophoria menthastri* L., *Syrphus torvus* O-S.). Эти виды обладают коротким сроком жизненного цикла (около 2–3 недель) высокими темпами роста численности популяции, быстротой расселения. Это позволяет им моментально реагировать на изменения, происходящие на экосистемном уровне. Личинки ктырей (*Asilidae*) обитают в разлагающейся древесине и питаются личинками златок, усачей, комаров-долгоножек. Развитие личинок некоторых видов длится несколько лет. Они чувствительны к нарушению мест обитания.

В настоящее время созрела необходимость создания новой концепции, базирующейся на биоценотическом подходе. Главное направление ее развития связано с разработкой теории биомониторинга в лесных экосистемах, находящихся под влиянием антропогенной нагрузки.

Успешное решение этой сложной задачи зависит не только от энтузиазма и квалификации специалистов, но и тесно взаимосвязано с экономической ситуацией в целом по стране.

Библиографический список

1. Зверева, Е.Л. Влияние загрязнения промышленными выбросами на комплексы короткоусых двукрылых (*Diptera, Brachycera*) / Е.Л. Зверева // Энтотомол. обозрение. – 1996. – Т. 72. – №. 3. – С. 558–569.
2. Казимиров, Н.И. Органическая масса и потоки веществ в березняках средней тайги / Н.И. Казимиров, Р.М. Морозова, В.К. Куликова. – Л., 1978. – 216 с.
3. Лашенкова, А.Н. Сосновые леса Коми АССР / А.Н. Лашенкова: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1955. – 16 с.
4. Смирнов, В.В. Органическая масса в некоторых лесных фитоценозах европейской части СССР / В.В. Смирнов. – М., 1971. – 362 с.

ЛОКАЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ ЧИСЛЕННОСТИ ЯБЛОННОЙ СТЕКЛЯННИЦЫ (*SYNANTHEDON MYOPAEFORMIS* BORKHAUSEN) В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ

Н.К. БЕЛОВА,
Д.А. БЕЛОВ

В насаждениях г. Москвы, имеющих значительное количество яблонь, в течение 2004–2007 гг. наблюдался локальный подъем численности ранее не отмеченного как массового для насаждений города стволового вредителя – яблонной стеклянницы.

Такое типичное насаждение представляет собой двурядную посадку яблони домашней с шагом посадки около 3,5 м. Возраст насаждения – 50–60 лет. При этом деревья существенно ослаблены.

Общее ослабление растений вызвано комплексом факторов: загрязнением почвы и воздуха выбросами автомобильного транс-

порта, высокой уплотненностью почвы и деградацией травянистого покрова на газоне и иных форм воздействия населения на растения, поражением возбудителями болезней и повреждениями насекомыми, развивающимися на яблоне.

На стволах многих яблонь имеются морозобойные трещины (15,6 % от общего количества деревьев). Практически все яблони имеют признаки поражения цитоспорозом (вероятно, возбудителем является – *Cytospora carposperma* Fr. или *C. schulzeri* Saec. et Syd (= *C. capitata* Schulz.)). Известно, что грибы рода *Cytospora*, развиваясь на яблоне, пора-

жают деревья разного возраста, но наиболее сильно – взрослые, плодоносящие деревья. Цитоспоровый некроз яблони развивается на скелетных, боковых ветвях и побегах растения. Высокий уровень пораженности растений цитоспорозом связан с тем, что значительное количество деревьев в насаждении имеет механические повреждения, так как, согласно литературным данным, патогенные свойства возбудителей цитоспороза яблони ограничены. Для заражения им необходимы механические повреждения коры, участки коры с солнечными ожогами, морозобоины и т.п. Признаки развития заболевания проявляются в образовании на ветвях сначала небольших локальных односторонних некрозов. Впоследствии они преобразуются в круговые. Пораженная кора имеет красновато-коричневый цвет и при отделении от древесины размочаливается. Вся поверхность отмершей коры покрывается множеством пикнид, выступающих из-под эпидермиса коры в виде мелких темных усеченных бугорков. При высокой влажности из пикнид выходят конидии в виде нитевидных спиралей оранжево-красного цвета.

Имеются в насаждении и отдельные экземпляры деревьев, пораженных возбудителем стволовой гнили. На 1,33 % деревьев есть плодовые тела сливового, или рыжего трутовика (*Phellinus tuberosus* (= *P. pomaceus*) Pers. (Maire)), который встречается на яблоне довольно редко, так как чаще развивается на других видах косточковых растений. Об ослаблении также свидетельствует наличие 25,1 % растений, имеющих на стволе плодовые тела щелелистника обыкновенного (*Schizophyllum commune* Fr.), у 3,56 % растений на стволах следы бактериального слизетечения и у 0,44 % яблонь обнаружено камедетечение.

Кроме возбудителей заболеваний, на яблонях в насаждении развиваются в массе представители комплекса открыто живущих сосущих насекомых – зеленая яблонная тля (*Aphis pomi* De Greer) и яблонная медяница (*Psylla mali* Schm.). Развивается также представитель комплекса галлообразующих насекомых – красногалловая яблонная тля (*Yezabura devecta* Walk.). Нередко участки стволов и

крупные скелетные ветви яблонь сплошным слоем покрывают щитки яблоневого запятовидной щитовки (*Lepidosaphes ulmi* L.).

Стволовые насекомые и в условиях города, и в естественных условиях развиваются, как правило, в ослабленных и утративших устойчивость насаждениях. В городских лесах и типичных городских насаждениях комплекс стволовых насекомых в основе имеет виды, свойственные естественным лесам региона [7]. В рассматриваемом насаждении в 1997 г. комплекс стволовых вредителей был представлен только одним видом – плодовым заболонником (*Scolytus mali* Bechst.). В последующие годы отмечены единичные поселения морщинистого заболонника (*S. rugulosus* Ratz.) и мраморного узорчатого скрипуна (усача) (*Saperda scalaris* L.).

Данные посадки яблони по структуре не относятся к естественным лесным массивам, в силу географического положения и роста города вошедших в границы городской территории. Не могут быть они отнесены и к типичным городским насаждениям, так как яблоня домашняя в значительном объеме редко используется для озеленения в городских условиях. Рассматриваемое насаждение по структуре представляет собой скорее часть агроценоза, расположенного возле магистрали с высокой интенсивностью движения автомобильного транспорта. Поэтому на фоне равномерного подъема численности стволовых вредителей неожиданным, но вполне логичным оказался локальный резкий подъем численности яблонной стеклянницы.

Из представителей семейства стеклянниц для условий Москвы обычными видами считаются развивающиеся на тополе большая тополевая стеклянница (*Aegeria apiformis* Cl.) и темнокрылая, или малая тополевая стеклянница (*Parantherene tabaniformis* Rtt.) [7].

За последние несколько десятков лет в Москве неоднократно составлялись списки насекомых, обитающих в городских насаждениях и повреждающих различные виды растений, в том числе и яблоню домашнюю. За последние 100 лет в опубликованных результатах исследований, посвященных видовому составу насекомых-дендробионтов города Москвы, нет упоминания о яблонной

стекляннице не только как о виде, наносящем ущерб яблоне, но даже о единичных случаях обнаружения особей данного вида [4–7].

Резкое нарастание численности этого насекомого на территории бывшего СССР было зафиксировано в начале 80-х гг. в Грузии, где были испытаны феромонные ловушки, показавшие уловистость в 32 самца за сезон [3]. В Европе до конца 60-х гг. прошлого века яблонная стеклянница рассматривалась как один из второстепенных вредителей яблони. Считалось, что серьезные повреждения ею растений редки, а личинки могут развиваться только в сильно ослабленных деревьях [10]. Однако в настоящее время при неблагоприятных экологических условиях развитие стеклянницы приводит к преждевременной гибели даже молодых деревьев, которые не были ослаблены развитием каких-либо вредителей или возбудителей болезней. Например, вспышка массового размножения яблоневой стеклянницы в середине 70-х гг. прошлого века в садовых хозяйствах Германии привела к снижению урожая на 22,1 % в течение двух лет [11]. Таким образом, яблонную стеклянницу следует включить в круг насекомых, устойчиво считающихся вредителями растений.

Энтомологи не раз переописывали этот вид, поэтому он известен под несколькими названиями: *Synanthedon myopaeformis* (Clerck, 1759); *Sphinx myopaeformis* Borkhausen, 1789; *Sesia mutillaeformis* Laspeyres, 1801; *S. luctuosa* Lederer, 1853; *S. myopiformis* Staudinger, 1856; *S. elegans* Lederer, 1861; *Synanthedon flavoannellata* Popescu-Gorj & Draghia, 1967.

В настоящее время наиболее употребительным является международное название *Synanthedon myopaeformis* Borkhausen, 1789. В англоязычной литературе общепотребительно the red-belted clearwing moth и the apple clearwing moth.

Яблонная стеклянница – бабочка с тонким брюшком и двумя парами узких крыльев, размах которых составляет 16–22 мм (единично до 28 мм). Крылья прозрачные, стекловидные, по краям и вдоль жилок расположены синевато-черные чешуйки. Передние крылья слегка «задымленные», задние крылья короче передних. Усики черные, у самца на внутренней стороне белые. Тело темно-синее.

Четвертый брюшной сегмент красный (ярко-оранжевый), у самки снизу с белой полоской посередине. Конец брюшка самки черный, у самца посередине – желтый. У представителей обоих полов на конце брюшка кисточка из темно-синих волосков (рис. 2). Издали бабочка слегка похожа на осу.

Повреждает дикорастущую яблоню и ее домашние сорта, реже грушу, сливу, рябину, боярышник, вишню, айву, в меньшей степени абрикос, миндаль, мушмулу, ряд других розоцветных. По отдельным сообщениям, также может повреждать растущие рядом растения из родов *Syringa*, *Hippophae*, *Alnus*, *Betula*.

Распространена в средней и южной полосе европейской части страны до Волги, в Украине, Крыму, на Кавказе, в Закавказье, в центральных и южных районах Европы (Германия [11], Италия [10, 13], Болгария и др. страны), Малой Азии (Турция [12], Иордания [9]), Северной Африке (Египет [8]) (рис. 1). Северная граница ареала, возможно, достигает центральной Швеции и юга Псковской области.

Летом 2005 г. несколько взрослых особей яблонной стеклянницы впервые были найдены в г. Кавстон (Британская Колумбия, Канада). Ранее представители данного вида в Северной Америке не встречались [15].

Лет бабочек проходит с конца мая – начала июня до середины – конца августа (на юге до начала сентября). Бабочки активны в дневное время. В Италии наблюдалась четко выраженная суточная динамика лета самцов яблонной стеклянницы с максимальным пиком лета в среднедневные часы. В период вегетации лёта, как правило, имеет два ярко выраженных максимума. Первый – в начале июня, второй пик – в конце того же месяца. Проливные дожди приводят к прерыванию и последующему возобновлению лёта. Так как бабочки теплолюбивы, в солнечные дни их можно обнаружить сидящими на листьях. В пасмурные холодные дни активность их резко падает. Лёт имаго прекращается уже при среднесуточной температуре воздуха +15 ... +16 °С. Это увеличивает период яйцекладки, а ее растянутость обуславливает качественную неоднородность популяции стеклянницы. Продолжительность жизни бабочек составляет 8–12 дней.



Рис. 1. Ареал яблонной стеклянницы [14]



Рис. 2. Имаго яблонной стеклянницы [10]



Рис. 3. Гусеница яблонной стеклянницы [10]



Рис. 4. Куколка (слева) и последние сегменты брюшка куколки яблонной стеклянницы (справа, крупно) [10]

Самки откладывают яйца по одному на кору, под отстающие чешуйки или в трещины коры толстых ветвей и комлевой части ствола,

а также в места механических повреждений, морозобоины, отверстия старых ходов. По литературным данным, чаще идет заселение ослабленных деревьев, особенно пораженных грибными заболеваниями или имеющих механические повреждения, в старых заброшенных посадках. В частности, для Европы отмечена откладка яиц самками яблонной стеклянницы на участки стволов яблони, где располагались раны ступенчатого рака листовенных пород (возбудитель – *Nectria galligena* Bres. (конидиальная стадия – *Cylindrocarpon willkommii* (Lind.) Wr.)). Наибольшее количество яиц откладывается на главный ствол дерева, реже их откладка идет на второстепенные стволы и крупные боковые ветви. Плодовитость составляет до 250 яиц. Они желто-коричневые, овальные, длиной около 1 мм. Продолжительность развития варьирует от 7 до 9 дней при средней суточной температуре +16 °С.

Через 9–10 дней после откладки яиц появляются желтовато-белые, светло-желтые или розовые с красно-бурой или темно-красно-бурой головой гусеницы. Они вгрызаются в кору и углубляются до живой ткани, где прокладывают извилистые ходы вверх от мест внедрения. Отверстия гусеничных ходов часто заметны по вытекающему соку и экскрементам. В проделанных ходах гусеницы дважды зимуют.

Гусеницы младших возрастов осуществляют первую зимовку под корой или в лубе. Перезимовав, они возобновляют питание и доходят до живой ткани (на глубину 20–25 мм), где проделывают, передвигаясь вверх, извилистые ходы, заполняя полости отгрызками древесины, смешанными с экскрементами и соком растения. Эта смесь выступает из отверстий ходов в виде небольших буроватых кучек. В Краснодарском крае питание перезимовавших гусениц стеклянницы начинается уже с конца третьей декады марта – начала апреля, что совпадает с началом сокодвижения у деревьев. По мере роста гусениц ходы расширяются и отпечатываются на внутренней поверхности коры и заболони. Они не представляют какой-либо системы.

Одновременно встречаются гусеницы разных возрастов, что связано с растянутостью лета и яйцекладки.

Взрослые гусеницы стеклянницы до 25 мм длиной с красноватым оттенком. Вдоль спинной поверхности тела имеется просвечивающая красноватая линия. По бокам тела тонкие редкие волоски. Дыхальца черные (рис. 3). Затылочный щиток темный, красновато-бурый, без окрашенных бороздок. Они зимуют во второй раз в заболони, а в первой половине мая проделывают дополнительный выходной ход, направленный к поверхности коры, оставляя нетронутым ее тонкий слой, и здесь окукливаются в шелковистом коконе.

Куколка буро-желтая (желто-коричневая) до 15 мм длиной с двумя маленькими бугорками на голове и двумя рядами шипиков на спинной стороне брюшных сегментов (рис. 4). Окукливание обычно растянуто. Развитие продолжается около двух недель. Перед вылетом бабочки куколка с помощью шипиков на теле выдвигается из кокона (рис. 4) и из хода наружу примерно до половины длины. Оболочки куколок (экзювии) остаются торчащими из коры после вылета бабочек.

Генерация двугодичная, в условиях сухих субтропиков – одногодичная [1, 2].

Приведенные выше данные позволяют утверждать, что развитию локального подъема численности яблонной стеклянницы в насаждении способствовали старовозрастность растений, высокий уровень пораженности возбудителями заболеваний (в первую очередь некротическими и гнилевыми) и поврежденности насекомыми-вредителями (стволовыми и сосущими), а также негативное воздействие факторов городской среды – более 75 % деревьев имели механические повреждения и более 80 % из них произрастали в первом ряду от проезжей части.

Гусеницы стеклянницы, прогрызая ходы в живой ткани коры, а затем и заболони, нарушают нормальный процесс питания дерева и вызывают отмирание коры, которая при сильном повреждении отстает от древесины. Это приводит к угнетению деревьев. Повторяясь из года в год, повреждение приводит к гибели растений.

По литературным данным, в насаждениях заселяется 30–50 % деревьев. В рассматриваемом насаждении поврежденность растений составляла 100 %. На ослабленных

деревьях нередко можно встретить под корой несколько сотен гусениц. В результате их развития деревья прекращают рост и погибают [2]. В комлевой части стволов яблонь на высоте до 3 м от уровня земли плотность экзювиев в период наблюдения составляла от 1 до 6 на 1 пог. м ствола (в среднем 2,86), что, несмотря на 100 % поврежденность, позволяет рассматривать плотность популяции стеклянницы как достаточно низкую.

Для своевременного обнаружения поселения яблонной стеклянницы следует обращать внимание при осмотре стволов яблонь на их комлевые части, особенно если на них имеются механические повреждения, отслаивается кора, располагаются раковые раны. Признаками заселения являются выходные отверстия диаметром от 2 до 3 мм, часто с выступающими из них экзювиями. Во время лёта бабочек можно увидеть сидящими на листьях растений.

Городские условия и скрытый образ жизни не позволяют с высокой эффективностью применять химические препараты для защиты растений. Растянутость лёта и яйцекладки стеклянницы делает малоэффективной защиту яблонь с помощью химических инсектицидов, а их широкое и часто нерегламентированное применение вызывает гибель естественных врагов стеклянницы.

Использование естественных врагов также затруднительно, так как для яблонной стеклянницы на территории бывшего СССР известен только один паразит – *Exeristes roborator* F. (Ichneumonidae, Hymenoptera). За рубежом комплекс паразитов яблонной стеклянницы более значителен, но уровень паразитизма при этом чрезвычайно низок [12].

Возможно, что применение феромонных ловушек (состав феромона: (3Z, 13Z)-3,13-октадекадиенил ацетат и (3Z, 13E)-3,13-октадекадиенил ацетат в разных сочетаниях – от 50/50 до 95/5) в данном насаждении позволит снизить численность яблонной стеклянницы [3, 13]. Зарубежные исследования показывают, что наиболее ловисты желтые и зеленые ловушки, содержащие 10 мг феромона и расположенные в верхней части кроны. Кроме того, ловушки можно использовать и для слежения за плотностью популяции стеклянницы.

Для снижения численности яблонной стеклянницы можно использовать также биологические препараты на основе энтомопатогенных нематод *Steinernema* sp. В случае критической ситуации можно использовать синтетические пиретроиды или фосфорорганические инсектициды в период лёта бабочек и яйцекладки и повторно при большой плотности популяции вредителя в августе.

Авторы приносят глубокую благодарность за помощь в определении видовой принадлежности доктору биологических наук, старшему научному сотруднику института Проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН О.Г. Горбунову.

Библиографический список

1. Гусев, В.И. Определитель повреждений плодовых деревьев и кустарников / В.И. Гусев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 239 с.
2. Загайкевич, И.К. Семейство стеклянницы – Aegeriidae. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений членистоногие. – Т. 2. / И.К. Загайкевич; под общ. ред. В.П. Васильев – Киев: Урожай, 1974. – С. 250–256.
3. Ковалев, Б.Г. Феромонные ловушки против яблонной стеклянницы (*Synanthedon myopaeformis* Borkh.) / Б.Г. Ковалев, Г.В. Долидзе, и др. // IX съезд Всесоюзного энтомологического общества: тез. докл. – Ч. 1. – Киев: Наукова думка, 1984. – С. 227.
4. Кривошеина, Н.П. Насекомые ксилобионты в зеленых насаждениях Москвы / Н.П. Кривошеина // Дендробионтные насекомые зеленых насаждений г. Москвы. – М.: Наука, 1992. – С. 61–70.
5. Кулагин, Н.М. Вредные насекомые Москвы и ее ближайших окрестностей с 1871 по 1932 г. / Н.М. Кулагин // Зоологический журнал. – 1934. – Т. 13. – Вып. 3. – С. 453–471.
6. Смирнов, Е.С. Вредители городских насаждений Москвы / Е.С. Смирнов // Бюлл. науч.-исслед. Ин-та зоологии. – Т. 2. – М.-Л.: Биомедгиз, 1935. – С. 123–128.
7. Шарапа, Т.В. Видовой состав стволовых насекомых в насаждениях Москвы / Т.В. Шарапа // Вестн. Моск. гос. ун-та леса – Лесной вестник. – 1999. – № 2. – С. 165–172.
8. Abd Elkader, S.A. The chemical control of the apple clearwing *Synanthedon myopaeformis* Bork. moth (Lepidoptera: Aegeriidae) / S.A. Abd Elkader, S.F. Zaklama // Agricultural Research Review. – 1971. – V. 49. – P. 71 – 76.
9. Ateyyat, M.A. Efficacy of some insecticides against the small red-belted clearwing borer, *Synanthedon myopaeformis* (Borkh.) (Lepidoptera: Sesiidae), in apple orchards in Jordan / M.A. Ateyyat // Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. – 2005. – V. 70. – P. 759 – 765.
10. Balazs, K. Incorporation of Apple Clearwing (*Synanthedon myopaeformis* Borkh.) control into the IPM system of apple / K. Balazs, G. Bujaki, K. Farkas // Acta Horticulturae. – 1996. – V. 19. – P. 134 – 139.
11. Dickler, V.E. Zur Biologie und Schadwirkung von *Synanthedon myopaeformis* Bork (Lepidoptera: Aegeriidae), einem neun Schadling in Apfdichtpflanzungen / V.E. Dickler // Zeitschrift für Angewandte Entomologie. – 1976. – V. 82. – S. 259 – 266.
12. Ozkan, A. Antalya ili elma agaclarında zarar yapan Elma govde kurdu (*Synanthedon myopaeformis* Borkh. Lep.: Aegeriidae) nun populasyon yogunlugu ve dogal dusmanlarinintespiti uzerinde arastirmalar / A. Ozkan, K. Ciftci, I. Alp // Bitki Koruma Bul. – 1984. – V. 24. – № 4. – P. 213 – 220.
13. Trematerra, P. Indagini preliminari sulle possibilita di mass-trapping nel controllo di *Synanthedon myopaeformis* Bkh. (Lepidoptera Sesiidae) / P. Trematerra // Boll. Zool. agr. Bachic. Milano. – 1987. – V. 19. – P. 1 – 12.
14. Lepidoptera and some other life forms. – <http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/insecta/lepidoptera/ditrysia/sesioidea/sesiidae/sesiinae/synanthedon/index.html>
15. North American Plant Protection Organization's, UF/IFAS Pest Alert. – <http://pestalet.ifas.ufl.edu>

ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ-КСИЛОБИОНТЫ ГОРНОГО КРЫМА

Н.Б. НЕВОЛИНА,
К.Б. РЫЖОВ

История изучения насекомых Крыма насчитывает более 200 лет, однако сказать, что об энтомофауне полуострова все известно, нельзя. Основная причина этого – огромное видовое разнообразие. В настоящее время назвать точную цифру обитающих в Крыму насекомых затруднительно. Счита-

ется, что их более 15 тысяч видов, это жесткокрылые, двукрылые, перепончатокрылые, чешуекрылые (бабочки) и полужесткокрылые (клопы). Жуков примерно 4000 видов, бабочек 2000–2500 видов и такое же количество клопов, перепончатокрылых и двукрылых.

Т а б л и ц а 1

Распределение жесткокрылых-ксилобионтов по систематическим группам

| Семейства | Число видов, шт. |
|------------------------------|------------------|
| Жужелицы Carabidae | 8 |
| Карапузики Histeridae | 11 |
| Рогачи Lucanidae | 4 |
| Пластинчатоусые Scarabaeidae | 4 |
| Златки Buprestidae | 9 |
| Древоеды Eucnemidae | 1 |
| Щелкуны Elateridae | 3 |
| Точильщики Anobiidae | 3 |
| Mordellidae | 2 |
| Чернотелки Tenebrionidae | 1 |
| Трухляки Pythidae | 1 |
| Огнецветка Pyrochroidae | 1 |
| Усачи Cerambycidae | 25 |
| Долгоносики Curculionidae | 2 |
| Короеды Scolytidae | 9 |
| Всего | 79 |

Исследования видового состава жесткокрылых-ксилобионтов проводились на территории Старокрымского государственного лесохозяйственного хозяйства (ГЛОХ), которое расположено в юго-восточной части Автономной республики Крым на территории Белогорского, Кировского, Судакского административных районов и города Феодосии.

В горном Крыму леса занимают 340 тыс. га. Склоны Крымских гор заняты преимущественно дубовыми (65 % площади всех лесов), буковыми (14 %), грабовыми (8 %) и сосновыми (13 %) лесами.

За период исследований на сосне крымской было обнаружено 79 видов жуков, которые принадлежат к 15 семействам. Систематический состав и число видов, принадлежащих к отдельным семействам отряда жесткокрылых, выявленных на изученной территории, приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что наиболее многочисленными видами представлены семейства Cerambycidae (25 видов), Histeridae (11), Buprestidae (9 видов), Scolytidae (9), в меньшем количестве представлены семейства Eucnemidae, Tenebrionidae, Pythidae, Pyrochroidae, включающие по одному виду.

Видовой состав и встречаемость жесткокрылых-ксилофагов с указанием заселяемой породы приведены в табл. 2, где баллами указана встречаемость видов: 1 – массовые,

2 – обычные, 3 – редкие, 4 – единично встречающиеся.

Как видно из табл. 2, к наиболее массовым видам жесткокрылых-ксилофагов в год исследования можно отнести *Oxymirus mirabilis* (Cerambycidae), а к единично встречающимся *Anthaxia bicolor* (Buprestidae).

В процессе работы также анализировались комплексы жесткокрылых-ксилобионтов – обитателей древесины сосны крымской на разных стадиях ее разрушения. В результате наших исследований в лесах Горного Крыма было выявлено 37 видов жесткокрылых-ксилобионтов, которых можно считать индикаторами стадий разложения коры и древесины сосны крымской.

На ранних этапах отмирания дерева первыми поселенцами являются настоящие ксилофаги, к которым относятся почти все представители семейства Scolytidae, усачи р. *Rhagium* и др., которым сопутствуют облигатные хищники. По мере разрушения коры их сменяют различные виды ксиломицетофагов. Нетронутую гнилью древесину также заселяют настоящие ксилофаги, главными из которых являются представители семейства усачей. В дальнейшем под воздействием грибов, по мере разрушения, в древесине происходят сильные изменения. В разрушенной грибами и насекомыми древесине поселяются сапроксиломицетофаги. Виды насекомых этой группы специализированы к обитанию в определенных типах ее гнили. Хищники встречаются на всех этапах разрушения коры и древесины, при этом их видовое разнообразие больше на хвойных породах. Число видов различных трофических групп на разных стадиях разрушения древесины и коры показано в табл. 3.

Как видно из табл. 3, большинство настоящих ксилофагов встречается на сколитидно-церамбицидной стадии разложения коры и церамбицидной стадии разрушения древесины; с дальнейшим разрушением древесины происходит смена этой трофической группы другими, связанными в развитии с грибами, органическими остатками на двух первых стадиях сукцессии видовой состав насекомых определяется в значительной мере особенностями строения коры и древесины и биохимическим составом тканей самих кормовых пород.

Видовой состав и встречаемость жесткокрылых-ксилофагов, выявленных на территории Старокрымского государственного лесохозяйственного хозяйства (ГЛОХ)

| Виды жесткокрылых-ксилофагов и их систематическое положение | Заселяемая порода | Встречаемость, баллы |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|
| Сем. Усачи Cerambycidae | | |
| <i>Rhagium bifasciatum</i> | сосна, лиственные | 3 |
| <i>Rhagium fasciculatum</i> | сосна, лиственные | 3 |
| <i>Alosterna tabacicolor</i> | лиственные | 2 |
| <i>Molorchus minor</i> | сосна | 2 |
| <i>Prionus coriarius</i> | сосна, лиственные | 3 |
| <i>Oxymirus mirabilis</i> | вяз, лиственные | 1 |
| <i>Rhamnisium tesaceipenne</i> | ильмовые, тополя | 2 |
| <i>Leptura quadrifasciata</i> | лиственные | 3 |
| <i>Leptura thoracica</i> | лиственные | 2 |
| <i>Strangalia attenuata</i> | сосна, лиственные | 2 |
| <i>Trichoferus campestri</i> | сосна, лиственные | 4 |
| <i>Aromia moschata</i> | ива, лиственные | 3 |
| <i>Obrium cantharium</i> | боярышник, листвен. | 3 |
| <i>Hylotrupes bajulus</i> | сосна | 3 |
| <i>Ropalopus macropus</i> | лиственные | 2 |
| <i>Phymatodes femoralis</i> | лиственные | 3 |
| <i>Isotomus comptus</i> | лиственные | 4 |
| <i>Chlorophorus figuratus</i> | лиственные | 3 |
| <i>Chlorophorus varius</i> | лиственные | 3 |
| <i>Mesosa nebulosa</i> | лиственные | 2 |
| <i>Monochamus galloprovincialis</i> | сосна | 2 |
| <i>Lamia textor</i> | ива, тополь | 1 |
| <i>Leiopus femoratus</i> | ива, тополь | 2 |
| <i>Leiopus nebulosus</i> | сосна, лиственные | 2 |
| <i>Exocentrus adspersus</i> | лиственные | 3 |
| Сем. Златки Buprestidae | | |
| <i>Bupretis haemorrhoidalis</i> | сосна | 3 |
| <i>Dicerca aenea</i> | тополь, ива | 3 |
| <i>Anthaxia bicolor</i> | ясень | 4 |
| <i>Anthaxia mamaj</i> | можжевельник | 3 |
| <i>Anthaxia rossica</i> | дуб | 3 |
| <i>Chrysobothris chrysostigma</i> | сосна | 3 |
| <i>Agrilus angustulus</i> | дуб, бук | 3 |
| <i>Agrilus subauratus</i> | ива, дуб, тополь | 2 |
| Сем. Короеды Scolytidae | | |
| <i>Hylurgops palliatus</i> | сосна, можжевельник | 3 |
| <i>Hylastes brunneus</i> | сосна | 2 |
| <i>Tomicus minor</i> | сосна | 2 |
| <i>Tomicus piniperda</i> | сосна | 2 |
| <i>Scolytus carpini</i> | граб, бук, дуб | 3 |
| <i>Scolytus jaroshevskyi</i> | ильмовые | 2 |
| <i>Scolytus mali</i> | плодовые, ильмовые | 2 |
| <i>Tripodendron lineatum</i> | хвойные | 3 |
| <i>Tripodendron signatum</i> | лиственные | 3 |
| Сем. Долгоносики Curculionidae | | |
| <i>Magdalis armigera</i> | ильмовые | 2 |
| <i>Pissodes piceae</i> | хвойные | 4 |

Число видов различных трофических групп на разных стадиях разрушения древесины и коры

| Стадия разрушения коры и древесины | Трофическая группа насекомых | Число видов трофических групп насекомых |
|-------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1. Сколитидно-церамбицидная | настоящие ксилофаги | 7 |
| | энтомофаги | 1 |
| 2. Пирохроидная (разрушение коры) | сапроксиломицетофаги | 2 |
| | сапромицетофаги | 2 |
| | факультативные хищники и мицетофаги | 2 |
| | факультативные хищники и сапромицетофаги | 3 |
| | энтомофаги | 2 |
| 3. Церамбицидная (разрушение древесины) | настоящие ксилофаги | 6 |
| | ксиломицетофаги | 2 |
| | энтомофаги | 1 |
| 4. Луканидно-скарабейная (разложение древесины) | ксиломицетофаги | 5 |
| | сапроксиломицетофаги | 2 |
| | сапромицетофаги | 1 |
| | энтомофаги | 1 |

На последних стадиях разрушения древесины состав группировок ксилобионтов в значительной степени связан с типом и стадиями развития гнилей и видовой специфичностью мицелия дереворазрушающих грибов, вызывающих бурые или белые гнили.

Некоторые особенности состава и формирования сообществ ксилофильных насекомых в пределах четырех наиболее выраженных и значимых сукцессионных стадий (сколитидно-церамбицидной, пирохроидной, церамбицидной и луканидно-скарабейной) приводятся ниже.

На *сколитидно-церамбицидной стадии разрушения коры* развиваются лишь две трофические группы жесткокрылых – настоящие ксилофаги и энтомофаги.

Настоящие ксилофаги являются первопоселенцами на преимущественно ослабленных, усыхающих и недавно отмерших деревьях с плотно прилегающей корой. Некоторые из них способны развиваться на ослабленных, но еще вполне жизнеспособных деревьях. Первопоселенцами на *сколитидно-церамбицидной стадии разложения коры сосны крымской* выступают 4 вида короедов, из которых доминирующими видами являются большой и малый сосновые лубоеды (*Tomicus minor* и *T. piniperda*). Из энтомофагов на этой стадии разложения коры наиболее часто встречаются личинки пестряков р. *Thanasimus*.

На *пирохроидной стадии разрушения* соответствующий комплекс насекомых формируется под уже разрушающейся корой, когда она начинает отслаиваться. Из состава ксилобионтов исчезают настоящие ксилофаги, но появляются многие другие трофические группировки насекомых, их становится значительно больше, чем на первой стадии. Для второй стадии разрушения коры сосны крымской характерен такой индикаторный вид, как *Pyrochroa coccinea* из семейства огнецветки. Ему сопутствуют трухляк – *Pytho depressus*, чернотелки р. *Corticеus: Corticеus fraxini, Corticеus pini*, карапузик *Paromalus parallelepipedus* и др.

На *церамбицидной стадии* разрушение древесины происходит благодаря личинкам ряда усачей, златок и тенелюбов. Церамбицидная стадия разрушения древесины представляет собой наиболее интересный этап ее дезинтеграции, когда здесь формируется чрезвычайно разнообразное сообщество насекомых, имеющее в своем составе многочисленные виды и группы, которые могут быть использованы в качестве индикаторных. Консистенция древесины, в которой развиваются разные виды жуков-дровосеков, может сильно различаться (например, относительно рыхлая древесина, в которой развиваются многие представители подсемейства *Lepturinae* – с одной стороны, и довольно твердая древесина, где развивается *Spondylis buprestoides* – с другой.).

Луканидно-скарабейдная стадия разрушения древесины – одна из самых продолжительных в цикле разрушения древесины. В составе насекомых ксилобионтов здесь присутствуют 4 группировки: ксиломицетофаги, сапроксиломицетофаги, сапромицетофаги и энтомофаги.

На этой стадии разрушение древесины происходит преимущественно благодаря личинкам насекомых из семейства рогачей (*Lucanidae*), пластинчатоусых (*Scarabaeidae*), горбатов (*Mordellidae*) и комаров-долгоножек.

Белые гнили сосны крымской активно разрушает рогач – *Sinodendron cylindricum*, который имеет первостепенное значение. Ему сопутствуют некоторые виды пластинчатоусых жуков, которые иногда занимают место личинок рогачей, например – *Trichius fasciatus*. Активными разрушителями древесины выступают личинки горбатов (*Mordellidae*). Также преимущественно к луканидному энтомокомплексу относятся почти все виды щелкунов рода *Ampedus*.

На *лумбрицидной стадии* разрушение древесины осуществляется преимущественно беспозвоночными из групп кольчатых червей, мокриц, двупарноногих многоножек, то есть групп, свойственных главным образом почве и лесной подстилке. На последних этапах дождевые черви активно разрушают уже в значительной мере потерявшую свою структуру древесину. В этот же период в древесине возрастает численность коллембол и

клещей-орibatид. Насекомых-ксилобионтов здесь нет, древесина превращается в составную часть почвы.

Познание закономерных смен комплексов ксилобионтов на сукцессионных стадиях разложения древесины позволяет диагностировать с большей или меньшей точностью годы образования повышенного отпада в насаждениях, что очень важно для оценки состояния лесов и определения времени образования древесного отпада и установления причин ослабления и усыхания деревьев.

Библиографический список

1. Губанов, И.И. Определитель сосудистых растений / И.И. Губанов, К.В. Киселев, В.С. Новиков. – М.: Ботанический сад МГУ, 1995. – 225 с.
2. Данилевский, М.Л. Жуки – дровосеки Кавказа / М.Л. Данилевский, А.И. Мирошников. – Краснодар, 1985. – 419 с.
3. Жесткокрылые-ксилобионты, мицетобионты и пластинчатоусые Приокско-Террасного биосферного заповедника / Н.Б. Никитский, И.Н. Осипов, М.В. Чемерис. – М.: Изд. Московского университета, 1996. – 196 с.
4. Плавильщиков, Н.Н. Жуки дровосеки – вредители древесины / Н.Н. Плавильщиков. – М.: Государственное лесное техническое издательство, 1932. – 200 с.
5. Плавильщиков, Н.Н. Фауна СССР. Т. 22. Ч. 1. Насекомые-жесткокрылые. Жуки-дровосеки / Н.Н. Плавильщиков. – М.-Л.: АН СССР, 1936. – 612 с.
6. Плавильщиков, Н.Н. Фауна СССР, Т. 22, Ч. 2. Насекомые-жесткокрылые. Жуки-дровосеки / Н.Н. Плавильщиков. – М.-Л.: АН СССР, 1940 – 785 с.
7. Черепанов А. И. Усачи Северной Азии / А.И. Черепанов. – Новосибирск.: Наука, 1985. – 255 с.

ВЛИЯНИЕ ЛИСТВЕННИЧНОЙ ПОЧКОВОЙ ГАЛЛИЦЫ (*DASINEURA ROZHKOVI*) НА КАЧЕСТВО КОРМА ХВОЕГРЫЗУЩИХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ

Ю.Н. БАРАНЧИКОВ

Питание насекомых-фитофагов обычно модифицирует качество тканей растения-хозяина, индуцируя физиолого-биохимические, фенологические либо функциональные изменения поврежденных органов. Широко известны феномены индукции антибиотической реакции после повреждения ассимиляционных органов и камбиальных тканей, замедления весеннего облиствения

либо падения плодоношения ранее дефолированных деревьев [8]. Негативные для фитофага последствия индуцированной реакции поврежденного дерева – обязательная составляющая комплекса регуляционных факторов популяций дендрофильных насекомых при моделировании взаимоотношений в системе дерево-фитофаг [5]. В то же время накапливаются сведения о возможностях положи-

тельного воздействия повреждений на дальнейшее использование кормового растения другими видами фитофагов. Известные нам примеры связаны в основном с насекомыми-дендрофагами, осваивающими молодые побеги, появление которых инициировано предшествовавшими повреждениями листоедами [13], стеблевыми галлицами [10] либо растительноядными позвоночными [12].

В настоящей работе мы демонстрируем, что биохимические изменения хвои лиственниц, пораженных почковой галлицей *Dasineura rozhkovi* Mam. et Nik. (Diptera, Cecidomyiidae) – важным вредителем лиственницы в Южной и Восточной Сибири (Isaev et al., 1988), могут изменить ее кормовые качества для фитофагов других экологических групп. Мы провели экспериментальное сравнение эколого-физиологических показателей питания гусениц распространенного филлофага лиственницы – непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) – при их выкармливании на хвое здоровых и сильно зараженных галлицей деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.).

В середине июля гусениц 3 возраста непарного шелкопряда выкармливали на хвое 7 деревьев лиственницы сибирской, пораженных галлицей, и 7 деревьев без следов заражения, произрастающих в дендрарии Института леса СО РАН в г. Красноярске. На хвое каждого из выбранных деревьев воспитывали до линьки на 4 возраст по 4–5 гусениц. Всего в эксперименте участвовало 60 гусениц, по 30 на вариант опыта. Эколого-физиологические показатели питания определяли балансовым «гравиметрическим» методом [1]. Гусениц содержали индивидуально в стеклянных чашках Петри при температуре 23–25° С и относительной влажности 85–95 %. Ежедневно учитывали массу потребленного насекомыми корма (С) и выделенных экскрементов (F) и определяли величину прироста биомассы каждой гусеницы (Р). Количество усвоенной пищи находили из уравнения: $A = C - F$. Взвешивание проводили на аналитических весах. Все величины выражали в абсолютно сухой массе. Влажность тела гусениц определяли по контрольной группе особей, воспитывавшихся в режиме опыта.

Рассчитывали следующие показатели питания: коэффициент утилизации корма $KУ = A \cdot C^{-1} \cdot 100 \%$; эффективность использования потребленного корма $ЭИП = P \cdot C^{-1} \cdot 100 \%$; эффективность использования усвоенного корма $P \cdot A^{-1} \cdot 100 \%$; относительную скорость потребления корма, $ОСП = (\text{масса корма, потребленного за период питания}) / (\text{средняя масса гусениц за период питания})^{-1}$ (длительность периода питания)⁻¹, мг/мг/сут.; относительную скорость роста, $ОСР = (\text{масса прироста тела гусеницы за период питания}) / (\text{средняя масса гусениц за период питания})^{-1}$ (длительность периода питания)⁻¹, мг/мг/сут. Определив содержание общего азота [7] в хвое, экскрементах и в теле гусениц, рассчитывали сходные показатели азотного баланса – $KУ_A$, $ОСП_A$ и $ОСР_A$, используя приведенные выше соотношения, куда подставляли, соответственно, массу потребленного (C_A) и усвоенного азота (A_A), а также массу азота, потребленного или накопленного в теле гусеницы за период питания.

Содержание эфирных масел и отдельных монотерпенов в хвое деревьев лиственницы определяли описанным ранее методом [2]. Необходимую для расчетов величину средней массы тела гусеницы за период питания находили как среднее арифметическое ежедневных значений массы данной особи. В связи со значительной изменчивостью средних показателей все сравнения проводили при помощи непараметрического критерия Манна-Уитни [6]. Для обработки данных использовали программу Statistica 5.5A.

Данные балансовых экспериментов по питанию и росту гусениц (табл. 1) позволили рассчитать основные показатели питания (табл. 2). Результаты определения содержания азота в хвое, экскрементах и в теле гусениц легли в основу расчета показателей использования азота в контроле и опыте (табл. 3). Анализ изменчивости (MANOVA) интегрального показателя роста и развития ОСР показал, что он объясняется в основном фактором заражения лиственниц галлицей ($P \ll 0,001$; $F = 62,0$; $df = 1$); приуроченность питания гусениц хвоей конкретного дерева не играла при этом существенной роли ($P > 0,17$; $F = 1,3$; $df = 6$). По этой причине мы объединили данные по всем 30 гусеницам в каждом из вариантов опыта.

Т а б л и ц а 1

Рост и развитие гусениц 3 возраста непарного шелкопряда при питании на хвое лиственниц, зараженных почковой галлицей

| Тип дерева | Повторности | Масса тела гусениц, мг сух.массы | | | | Длительность возраста, сут. |
|------------|-------------|----------------------------------|------------|--------------------|--------------|-----------------------------|
| | | начальная | конечная | средняя за возраст | прирост тела | |
| Без галлов | 30 | 13,8 ± 1,0* | 25,2 ± 2,5 | 19,4 ± 1,8 | 11,7 ± 1,7 | 7,9 ± 0,3 |
| С галлами | 30 | 17,3 ± 1,3 | 42,0 ± 3,0 | 28,0 ± 2,0 | 24,7 ± 2,1 | 6,4 ± 0,2 |

* Различия между вариантами по всем показателям достоверны при P < 0,01

Т а б л и ц а 2

Показатели питания и роста гусениц 3 возраста непарного шелкопряда при воспитании на хвое лиственниц, зараженных почковой галлицей

| Показатели | Тип дерева | |
|----------------------------------------------------|--------------|--------------|
| | без галлов | с галлами |
| Коэффициент утилизации корма, % | 50,2 ± 2,2 | 42,9 ± 1,9 |
| Эффективность использования усвоенного корма, % | 9,9 ± 1,3a | 19,1 ± 2,1a |
| Эффективность использования потребленного корма, % | 4,4 ± 0,4 | 7,2 ± 0,3 |
| Относительная скорость потребления, мг/мг/сут. | 1,75 ± 0,08 | 1,95 ± 0,08 |
| Относительная скорость роста, мг/мг/сут. | 0,07 ± 0,01a | 0,14 ± 0,01a |

* Различия между вариантами (P < 0,05) отмечены одинаковыми буквами, в остальных случаях P > 0,05.

Т а б л и ц а 3

Использование азота корма при питании гусениц непарного шелкопряда на хвое лиственниц, зараженных почковой галлицей

| Показатели | Повторности | Тип дерева | |
|-----------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| | | Без галлов | С галлами |
| Концентрация азота, % | | | |
| в хвое | 4 | 2,6 ± 0,1 | 2,5 ± 0,2 |
| в экскрементах | 16 | 1,9 ± 0,1 | 1,8 ± 0,1 |
| в теле гусениц | 3 | 9,9 ± 0,2 | 9,8 ± 0,3 |
| Коэффициент утилизации азота, % | 30 | 63,6 ± 1,6 | 58,9 ± 1,4 |
| Относительная скорость потребления азота, мг/г/сут. | 30 | 45,4 ± 2,1 | 45,1 ± 1,9 |
| Относительная скорость накопления азота, мг/г/сут. | 30 | 7,4 ± 0,7a | 13,5 ± 0,6a |

* Различия между вариантами (P < 0,05) отмечены одинаковыми буквами, в остальных случаях P > 0,05.

Т а б л и ц а 4

Содержание эфирных масел и представленность отдельных веществ в составе их монотерпеновой фракции в хвое лиственниц, зараженных почковой галлицей

| Тип дерева | Эфирные масла, % а.с.м. | Содержание монотерпенов в эфирном масле, % | | | | | |
|------------|-------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|------------|------------|-----------|--------------|
| | | α-пинен | Δ ³ -карен | β-пинен | мирцен | лимонен | β-фелландрен |
| Без галлов | 0,15 ± 0,03a | 18,5 ± 1,6 | 46,4 ± 2,8 | 10,0 ± 0,8 | 6,7 ± 0,9 | 3,0 ± 0,4 | 6,7 ± 0,7 |
| С галлами | 0,09 ± 0,01a | 13,7 ± 2,7 | 50,4 ± 2,8 | 8,4 ± 0,6 | 10,9 ± 1,6 | 3,2 ± 0,7 | 5,6 ± 0,6 |

* Различия между вариантами (P < 0,05) отмечены одинаковыми буквами, в остальных случаях P > 0,05.

Свежеперелинявшие гусеницы быстрее закончили третий возраст, питаясь хвоей с пораженных галлами деревьев (табл. 1). Корректное сравнение питания и роста разных по массе и времени развития гусениц можно провести лишь по относительным показателям. Из табл. 2 следует, что кормовое качес-

тво хвои на зараженных галлицей деревьях существенно повышено, почти в 2 раза, более интенсивный прирост гусениц шелкопряда на зараженных деревьях не связан ни со скоростью потребления, ни с эффективностью утилизации корма личинками. Выигрыш имеется лишь в использовании гусеницами усвоенной

энергии корма: на пораженных галлицей деревьях она существенно выше (табл. 2).

Хвоя обеих групп деревьев не отличалась по содержанию общего азота. При этом на зараженных деревьях гусеницы накапливали азот достоверно быстрее, что было связано с существенно более высоким коэффициентом его усвоения (табл. 3).

Согласно нашим данным, хвоя деревьев с галлами отличается повышенным содержанием ди- и моносахаров [9] и одновременно меньшей концентрацией эфирных масел (табл. 4). Содержание сахаров в норме не сказывается на особенностях энергетического обмена гусениц старших возрастов непарного шелкопряда [4]. Повышенные траты на метаболизм у контрольных гусениц связаны, по-видимому, с детоксикацией терпеноидов [11]. Специальные исследования подтвердили наличие идущих в кишечниках гусениц процессов метаболического изменения монотерпенов [2] и выявили отрицательную зависимость концентрации эфирных масел и эффективности использования усвоенного и потребленного корма на прирост биомассы гусениц шелкопряда [1]. Надо отметить при этом, что заражение галлицей несущественно меняет соотношение основных монотерпенов в хвое (табл. 4), – явление обратное таковому при повреждении лиственниц насекомыми-дефолиаторами [3].

Таким образом, длительное интенсивное заражение лиственниц почковой галлицей увеличивает кормовую ценность хвои и создает потенциальную угрозу увеличения численности хвоегрызущих насекомых в хронических резервациях галлообразователя. По-видимому, этим объясняется повышенная численность непарного шелкопряда и пяденицы *Erannis yakobsoni* Djak. в сильно пораженных галлицей ПЛСУ лиственницы, которая наблюдалась нами в Республике Хакасия близ поселка Боград в 1988 г. Хвоегрызущие вредители уничтожили хвою лиственниц в первую очередь на зараженных галлами деревьях, что привело в ряде случаев к их усыханию. На северо-западе Ширинского района Хакасии в зоне хронических очагов галлицы в середине 90-х гг. XX в. образовались очаги лиственничной чехликовой моли *Coleophora sibiricella*

Flkv. Интересно, что интенсивная дефолиация лиственниц гусеницами моли способствовала резкому снижению их последующей зараженности галлицей. Весной следующего за вспышкой чехлоноски года начало вегетации поврежденных деревьев запаздало, и личинки галлицы погибали на конусах почек, не сумев инициировать образование галлов.

Библиографический список

1. Баранчиков, Ю.Н. Трофическая специализация чешуекрылых / Ю.Н. Баранчиков. – Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1987. – 170 с.
2. Баранчиков, Ю.Н. Трансформация эфирных масел и монотерпенов хвойных гусеницами сибирского шелкопряда *Dendrolimus superans sibiricus* Tschtrk (Lasiocampidae, Lepidoptera) / Ю.Н. Баранчиков, Т.С. Рыжкова // Экология. – 1987. – № 1. – С. 41–46.
3. Баранчиков, Ю.Н. Баланс энергии и азота у гусениц непарного шелкопряда при питании хвоей лиственниц, поврежденных насекомыми-минералами / Ю.Н. Баранчиков, Л.В. Сафонова, Т.С. Рыжкова и др. // Экология. – 1991. – № 6. – С. 56–62.
4. Вшивкова, Т.А. Трофическая обусловленность роста гусениц непарного шелкопряда. / Автореф. дис.... канд. биол. наук / Т.А. Вшивкова. – Красноярск: Ин-т леса СО АН СССР, 1984. – 24 с.
5. Исаев, А.С. Популяционная динамика лесных насекомых / А.С. Исаев, Р.Г. Хлебопрос, Л.В. Недорезов и др. – М.: Наука, 2001. – 300 с.
6. Рунион, Р. Справочник по непараметрической статистике / Р. Рунион. – М.: Статистика, 1982. – 154 с.
7. Щетинина, Л.Л. Колориметрический метод определения общего азота в почве и растениях / Л.Л. Щетинина, В.А. Бутенко // Почвоведение. – 1957. – Вып. 8. – С. 54–61.
8. Denno R.F., McClure M.S., Ott J.R. Interspecific interactions in phytophagous insects: competition reexamined and resurrected // Annual Review of Entomology. – 1995. – V.40. – P.297-331.
9. Isaev A.S., Baranchikov Yu.N., Malutina V.S. The larch gall midge in seed orchards of Southern Siberia // Dynamics of forest insect populations. – New York: Plenum Press, 1988. – P. 29-44.
10. Nakamura M., Miyamoto Y., Ohgushi T. Gall initiation enhances the availability of food resources for herbivorous insects // Functional Ecology. – 2003. – V.17. – P.851-857.
11. Powell J.S., Raffa K.F. Effect of selected *Larix laricina* terpenoids on *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae) development and behavior // Environ. Entomol. – 1999. – V.28, № 2. – P.148-154.
12. Roininen H., Price P.W., Bryant J.P. Response of galling insects to natural browsing by mammals in Alaska // Oikos. – 1997. – V. 80. – P. 481-4886.
13. Strauss S.Y. Direct, indirect, and cumulative effects of three native herbivores on a shared host plants // Ecology. – 1991. – V. 72. – P. 543-558.

**НИЗИННОЕ ШЮТТЕ ЕЛИ [*LOPHODERMIMUM PICEAE* (FUCKEL)
V. HÖHN. (= *L. ABIETIS* ROSTR.)]**

Э.С. СОКОЛОВА,
П.В. ГОРДИЕНКО,
В.В. ТИТОВА

В России широко распространено, хорошо известно и изучено обыкновенное шютте ели, вызываемое грибом *Lophodermium macrosporum* (Hart.) Rehm. [= *Lirula macrospora* (R. Hart.) Dart.], от которого страдают посевы ели в питомниках, культуры, защитные лесные полосы, подрост под пологом леса, реже – ель в городских насаждениях. Сведения о болезни можно найти в различных журналах, сборниках и изданиях по фитопатологии. Низинное шютте ели в отличие от обыкновенного, встречается значительно реже и не имеет большого значения, о чем свидетельствуют немногочисленные публикации по этому вопросу как у нас в стране, так и за рубежом.

Первые сведения о возбудителе покраснения хвои относятся к 1873 г. До 1913 г. заболевание отмечалось на ели и пихте, а позже оно было обнаружено на псевдотсуге и тисе. Долгое время таксономия и номенклатура гриба была сложна и запутанна [7]. При описании возбудителя болезни исследователи относили его к разным таксономическим рангам и присваивали ему соответствующие им названия: *Phacidium piceae* Fuckel (1873); *Coccomyces piceae* (Fuck.) Sacc. (1889); *Lophodermium abietis* Rostr. (1891); *Coccomyces piceae* Fuck. (= *Phacidium piceae* Fuckel) (1896); *Lophodermium piceae* (Fuck.) v. Höhn (1917); *Lophodermellina pinastri* (Schrad.) v. Höhn (1917). В 30-е гг. прошлого столетия была установлена идентичность всех этих видов. Позже во избежание путаницы было предложено принятое и в настоящее время название возбудителя покраснения хвои ели, пихты, псевдотсуги, тиса – *Lophodermium piceae* (Fuckel) v. Höhn (= *L. abietis* Rostr.). Анаморфой гриба является *Leptostroma abietis* Darker. Болезнь зарегистрирована в Северной Америке и некоторых странах Европы [7]. В России покраснение хвои, называемое низинным шютте, отмечено в европейской части страны, на Урале и в Сибири [3].

Описание симптомов поражения хвои ели приводится в некоторых отечественных [1, 3] и зарубежных [4–6] изданиях по фитопатологии. Вначале на еще зеленой хвое появляются красно-бурые или фиолетово-красные пятна, придающие хвое пеструю окраску. Позже хвоя полностью становится красно-бурой или красно-коричневой и опадает. В Германии этот признак послужил основанием для названия болезни – «Nadelröte», т.е. краснина, покраснение хвои. Название, принятое у нас, связано с тем, что болезнь поражает, как правило, только нижний ярус кроны [3]. На отмершей, опавшей или оставшейся висеть хвое вначале образуются пикниды гриба. Они имеют вид мелких темно-бурых точек, едва заметных на красно-буром фоне пораженной хвои. Апотеции формируются позже, с обеих сторон хвои и отделяются друг от друга тонкими темно-бурыми, почти черными поперечными линиями, как у хвои сосны, пораженной обыкновенным шютте (*Lophodermellina pinastri*). Они черные, овальной или округлой формы, выпуклые, длиной до 1,5 мм, раскрывающиеся при созревании продольной щелью, сильно набухающие при увлажнении.

Описание микроскопических признаков гриба *L. piceae* (= *L. abietis*) имеется только в отдельных зарубежных источниках [7]. В этой работе приводятся данные микроскопических исследований телеоморфы и анаморфы гриба, полученные разными авторами в разные годы (табл. 1).

Представленные в табл. 1 данные свидетельствуют о большом различии в размерах сумок и аскоспор. Это можно объяснить разнородностью материала, собранного в разных географических зонах, особенностями экологических и климатических условий, степенью зрелости плодовых тел, различием способов измерения, которые использовались разными авторами.

**Микроскопические признаки гриба *Lophodermium piceae* (= *L. abietis*)
(по М. Osorio и В.Р. Stephan)**

| Автор (год) | Размер, мкм/форма | | |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| | сумки | аскоспоры | конидии |
| Rostrup (1891) | 80–90 × 6–8 – | 70–80 × 1,0 – | – |
| Hilitzer (1929) | 80–105 × 9–15 – | 75–90 × 2,0 – | 3–4 × 0,5–0,8 эллиптические до продолговатых |
| Darker (1932) | 110–130 × 10–12 почти цилиндрические, заостренные на вершине | 60–95 × 1,5–2,0 нитевидные | 3–4 × 0,8–1,0 палочковидные |
| Ferdinandсен и Jorgensen (1938) | 90–130 (длина) – | 85–115 (длина) – | 3–4 × 0,8 – |
| Terrier (1942) | 150–170 × 11–14 удлинено-цилиндрические, с конусовидной вершиной | 63–134 × 1,5–2,5 игловидные, с закругленной вершиной | 3–5 × 0,8–1,0 – |
| Funk (1985) | 110–140 × 10–14 – | 60–95 × 1,5–2,0 – | – |
| Gourbiere (1986) | 159–178 × 11–20 почти цилиндрические | 82–72 × 1,5–2,0 нитевидные | – |
| Butin (1989) | 110–130 × 11–13 – | 80–100 × 1,8–2,5 игловидные | 3,5 × 1,0–1,5 цилиндрические, несколько изогнутые |

Отличительные макро- и микропризнаки низинного и обыкновенного шютте ели

| Группы признаков | Низинное шютте <i>Lophodermium piceae</i> (= <i>L. abietis</i>) | Обыкновенное шютте <i>Lophodermium macrosporum</i> (= <i>Lirula macrospora</i>) |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Внешние | |
| Цвет хвои | красно-бурый, красно-кирпичный | бурый, желто-бурый |
| Апотеции | черные, овально-округлые, выпуклые, размером 0,5–1,5 мм, образуются с обеих сторон хвои | черные, овально-вытянутые, плоские или слегка выпуклые, размером 4–5 мм, образуются с нижней стороны хвои |
| Поперечные черные линии на хвое | имеются, отделяют друг от друга апотеции | отсутствуют |
| Микроскопические | | |
| Сумки | удлинено-булавовидные, размером 88–175 × 9–12 мкм | булавовидные, размером 80–100 × 15–21 мкм |
| Аскоспоры | нитевидные, размером 86–127 × 1–1,5 мкм | нитевидные, размером 75–100 × 1,5 мкм |

В России низинное шютте поражает ель в разных по составу насаждениях, подрост, а также культуры. В обширной отечественной литературе, посвященной болезням хвойных пород в питомниках, сведения о низинном шютте отсутствуют. Исключение составляет работа В.А. Рябинкова [2], в которой в числе видов, обнаруженных на хвое 1–2-летних сеянцев ели, указывается гриб *Lophodermium abietis*. Все вышеизложенное свидетельствует о том, что низинное шютте не имеет распространения в питомниках или встречается на

столь низком уровне, что не оказывает никакого влияния на состояние посевов ели. Но в 2005–2006 гг. в отдельных питомниках Новгородской и Московской областей, в 16 питомниках Удмуртской республики было отмечено усыхание 1–3-летних сеянцев ели с характерным покраснением хвои. В Российском центре защиты леса был проведен фитопатологический анализ образцов пораженных сеянцев с применением макро-, микроскопического и микологического методов диагностики. При внешнем осмотре на корнях и стволиках се-

янцев патологических изменений не обнаружено. Усохшая хвоя имеет красно-бурый или красно-коричневый цвет, усыхающая – с отдельными бурыми пятнами или полностью покрасневшими кончиками. На усохшей хвое имеются тонкие черные поперечные линии, черные овально-округлые апотеции и темно-бурые точечные пикниды. Пораженная хвоя закладывалась во влажные камеры сроком на 7–10 дней, после чего проводилось микроскопирование телео- и анаморфы гриба.

Микроскопирование пикнид показало, что находящиеся в них конидии цилиндрические, с закругленными концами, бесцветные, размером 6–6,5 × 1 мкм. При микроскопировании апотециев с хвоей, взятой осенью и весной, обнаружено, что в них находятся зрелые сумки со спорами. Сумки удлиненно-булавовидные, размером 88–175 × 9–12 мкм; аскоспоры нитевидные, бесцветные, размером 86–127 × 1–1,5 мкм. По совокупности имеющихся симптомов на хвое и микроскопических признаков спороношений установлено, что хвоя сеянцев ели из всех указанных регионов поражена грибом *L. piceae* (= *L. abietis*). Полученные результаты полностью соответствуют литературным данным [3, 4, 6–8]. Следует сказать, что на хвое отдельных сеянцев из Удмурской республики отмечены апотеции гриба *L. macrosporum* [= *Lirula macrospora*] – возбудителя обыкновенного шютте ели. При этом совместного поселения на хвое обоих видов указанных грибов не наблюдалось.

Анализ литературных данных, а также наши наблюдения и исследования показали, что низинное и обыкновенное шютте ели различаются как по симптомам, так и по микроскопическим признакам возбудителей (табл. 2).

Сравнительная характеристика признаков низинного и обыкновенного шютте ели даст возможность избежать ошибки при диагностике этих болезней и планировании защитных мероприятий в питомниках и культурах.

Факт обнаружения в питомниках низинного шютте вызывает определенную тревогу, но не является основанием для утверждения, что болезнь является основной причиной гибели сеянцев ели в питомниках указанных регионов. О степени паразити-

ческой активности возбудителя покраснения хвои ели и других пород в литературе имеются самые разные мнения. Одни авторы относили его к сапротрофам, поселяющимся на усохшей хвое деревьев, погибших от разных причин [7]. Некоторые считали гриб *L. piceae* (= *L. abietis*) первопричиной покраснения и отмирания хвои ели и пихты. Но большинство исследователей склоняется к тому, что гриб способен поражать хвою живых деревьев, испытывающих неблагоприятное воздействие естественных факторов (низкие температуры, засухи, болезни, вредители) [3, 5, 6, 8] и антропогенных (загрязнение воздуха и почвы) [7]. Для установления патогенности гриба *L. piceae* (= *L. abietis*) и степени его вредоносности необходимы специальные полевые и лабораторные исследования.

По имеющимся литературным данным, первые признаки болезни появляются летом, а косени на пораженной, усохшей хвое образуются апотеции. Заражение хвои ели низинным шютте происходит осенью посредством аскоспор, созревающих в апотециях, и может продолжаться вплоть до зимы [8]. Источником инфекции является опавшая или оставшаяся висеть на ветвях пораженная хвоя с апотециями. В насаждениях с большим объемом подстилки из опавшей хвои всегда имеется мощный, ежегодно восполняющийся запас инфекции, поэтому они представляют опасность для расположенных поблизости питомников и культур. Развитию низинного шютте способствует высокая влажность, поэтому сильнее поражаются загущенные культуры в низких местоположениях и подрост ели под пологом леса [8].

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о потенциальной опасности низинного шютте для посевов ели в питомниках, необходимости надзора за появлением и распространением болезни с целью оценки ее вредоносности, изучения биоэкологических особенностей, являющихся основанием для разработки защитных мероприятий.

Библиографический список

1. Крутов, В.И. Грибные болезни древесных пород / В.И. Крутов, И.И. Минкевич. – Петрозаводск, 2002. – 193 с.

2. Рябинков, В.А. Способы повышения экологической безопасности защиты растений от болезней в лесных питомниках: автореф. дис... канд. биол. наук. – М.: МГУЛ, 2006. – 24 с.
3. Шевченко, С.В. Лесная фитопатология / С.В. Шевченко, А.В. Цилюрик. – Киев: Вища школа, 1986. – 148 с.
4. Hartmann G., Nienhaus F., Butin H. Farbatlas Waldschäden. Diagnose von Baumkrankheiten. Stuttgart, 1988. – 256 с.
5. Rehfuess K.E., Rodenkirchen H. Über die Nadelrute – Erkrankung der Fichte (*Picea abies* Karst.) in Süddeutschland. – “Fortwiss. Cbl.”, 1985, 104, N 6, с. 381 – 390.
6. Roll-Hansen F., Roll-Hansen H. On diseases and pathogens on forest trees in Norway 1966 – 1975. Part. I Pathogenic organisms and diseases caused by them Nisk (Norsk institute for skogforskning), 1995. – 63 с.
7. Von M. Osorio und B.R, Stephan Zur Taxonomie und Nomenklatur von *Lophodermium piceae* (Fuckel) v. Hühnel. – Eur. J. For. Pathol., 1990, m. 20, с. 355 – 366.
8. Von T. Sieber. Endophytische Pilze in Nadeln gesunden und geschädigten Fichten (*Picea abies* (L.) Karsten). – Europ. For. Pathol., 1988, m. 18, N 6, с. 321 – 342.

КОРНЕВЫЕ ГНИЛИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОСЛАБЛЕНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ

Т.Г. ТОКАРЕВА

Создание чистых культур на больших площадях и нарушение режима рубок, а также усиливающееся антропогенное воздействие на лесные насаждения вызывают нарушение биологического равновесия в лесных экосистемах, снижают их устойчивость к вредным организмам. При этом активизируется деятельность фитопатогенных грибов, бактерий, стволовых вредителей. Наглядным подтверждением этого является сложная фитосанитарная ситуация, сложившаяся в сосновых лесах Волгоградской области.

В условиях сухостепной зоны, когда сосновые культуры испытывают жесткий климатический пресс, опасность поражения их вредными организмами возрастает. Важная роль в этом процессе принадлежит микобиоте.

В хвойных искусственных насаждениях засушливой степи наиболее опасными и распространенными болезнями являются корневые и комлевые гнили, вызываемые корневой губкой (*Heterobasidion annosa* (Fr.) Bret.) и опенком осенним (*Armillaria mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst.).

Повсеместная встречаемость возбудителей корневых гнилей обуславливается их биологической гибкостью, в частности способностью развиваться на различных отмерших древесных субстратах (пнях, валежнике, древесном опаде и в лесной подстилке), с накоплением и сохранением патогенного материала десятки лет.

К тому же в процессе формирования и роста чистых сосновых культур на бедных песчаных и супесчаных почвах сосна формирует поверхностную корневую систему. Перенаселенность почвы корнями и увеличивающаяся с возрастом потребность растений в воде и элементах минерального питания в условиях относительно низкого плодородия почв, а также накопление большой массы отмерших корней в почве при слабом развитии почвенных организмов способствуют распространению болезни.

Возбудители корневых гнилей, являясь постоянными компонентами лесных биоценозов, первыми осваивают деревья в стадии их физиологического ослабления и биохимической подготовленности тканей древесины.

Процесс инфицирования и освоения ослабленных древостоев в искусственных сосняках на песчаных почвах протекает интенсивнее в сосновых лесах естественного происхождения за счет бедности почвенной флоры и отсутствия в большинстве случаев грибов-антагонистов.

Характерной особенностью патологического процесса сосновых лесов засушливой зоны является хронически протекающее ослабление и отмирание инфицированных деревьев. Усиление кумулятивного влияния биотических факторов за счет быстрого нарастания численности хвоегрызущих и стволовых насекомых-вредителей способствует переходу длительного хронического процесса инфекци-

онного ослабления и усыхания в острый динамический процесс отмирания сосновых культур, который наблюдается в настоящее время в лесах Волгоградской области.

В период с 1999 по 2004 гг. в лесхозах Волгоградской области (Арчединском, Даниловском, Михайловском, Новониколаевском, Серафимовическом) изучалось развитие и распространение очагов корневых гнилей. Для этого было заложено 18 постоянных и 4 временных пробных площади.

Было выявлено, что возбудителями заболеваний являются корневая губка (*Heterobasidion annosa* (Fr.) Bret.) и опенок осенний (*Armillaria mellea* (Fr. Ex Vahl.) Karst.), которые могут формировать как чистые, так и смешанные очаги. Были уточнены признаки поражения корней сосны в условиях засушливой степи при полевом исследовании, которые имеют некоторые отличия от таковых, описанных для сосны, произрастающей в лесной полосе.

В ходе обследования сосновых насаждений изучались особенности формирования очагов корневых гнилей, их распространение, вредоносность.

Очаги корневых гнилей зафиксированы во всех обследованных лесхозах на значительных территориях. Очаги опенка осеннего обнаружены повсеместно, а именно в лесхозах

Арчединском (кв. 17, 22), Даниловском (кв. 36, 50, 51), Михайловском (кв. 19, 25), Серафимовическом (кв. 62). Очаги корневой губки обнаружены в Арчединском (кв.45), Михайловском (кв. 25, 36), Новониколаевском (кв. 104, 118, 135) лесхозах.

Степень повреждения болезнью на пробных площадях неодинакова (таблица).

Установлено, что большинство насаждений повреждено болезнью в средней степени (п.п. I.2; II.1; II.3–IV.1; V.4), но существуют очаги, где наблюдается сильная степень поражения деревьев (п.п. I.1; I.3). В очагах опенка осеннего сосна чаще повреждается в средней степени (15,0–26,2 % на п.п. II.3; III.1; III.2; III.4). Однако присутствуют насаждения, пораженные в слабой (3,1–8,3 % на п.п. IV.4, II.2) и сильной (52 % на п.п. I.3) степени. В очаге корневой губки сосновые культуры повреждаются в средней (19,8 % на п.п. II.1) и сильной (51,8 % на п.п. I.1) степени.

Подавляющее количество очагов является действующим. Затухающие очаги наблюдаются в Даниловском (п.п. III.1) и Новониколаевском (п.п.V.4) лесхозах. Возникающие очаги зафиксированы в Арчединском (п.п.II.2), Михайловском (п.п.IV.2), Новониколаевском (п.п.V.1;V.3) лесхозах. Последний очаг обнаружен в молодых 20-летних культурах сосны.

Т а б л и ц а

Характеристика очагов корневых гнилей в сосновых культурах на пробных площадях

| № п.п. | Степень повреждения | | Характер усыхания | Вид очага | Возбудитель |
|--------|---------------------|---------|-------------------|-----------|------------------|
| | % | степень | | | |
| I.1 | 51,8 | сильная | куртинное | действ. | корн.губка |
| I.2 | 9,0 | средняя | групповое | действ. | кор.губ., опенок |
| I.3 | 52,0 | сильная | групповое | действ. | опенок |
| II.1 | 19,8 | средняя | групповое | действ. | корн.губка |
| II.2 | 8,3 | слабая | одиночное | возник. | опенок |
| II.3 | 17,2 | средняя | групповое | действ. | опенок |
| III.1 | 22,0 | средняя | групповое | затух. | опенок |
| III.2 | 26,2 | средняя | групповое | действ. | опенок |
| III.3 | 17,2 | средняя | групповое | действ. | кор.губ., опенок |
| III.4 | 15,0 | средняя | групповое | действ. | опенок |
| IV.1 | 17,4 | средняя | групповое | действ. | опенок |
| IV.2 | 1,0 | слабая | одиночное | действ. | кор.губ., опенок |
| IV.3 | 8,2 | слабая | групповое | действ. | кор.губ., опенок |
| IV.4 | 3,1 | слабая | одиночное | действ. | опенок |
| V.1 | 7,0 | слабая | одиночное | возник. | корн.губка |
| V.2 | 11,8 | слабая | групповое | действ. | корн.губка |
| V.3 | 6,0 | слабая | одиночное | возник. | корн.губка |
| V.4 | 21,0 | средняя | групповое | затух. | корн.губка |

Установлено, что болезнь развивается в виде локальных очагов, которые имеют преимущественно групповой характер размещения (табл.) часто с образованием прогалин – «окон».

Однако границы «окон» часто размыты. Нами были обследованы деревья, растущие по границам «окон». Как правило, их корневая система в той или иной степени повреждена гнилью. При раскопке корневых систем было обнаружено поражение мелких, средних, иногда крупных корней в виде наплывов, затеков, просмоленных участков на корнях. Образующиеся после отпада деревьев «окна» занимают площадь от 20 до 200 м². На одной пробной площади размером 0,25 га могут располагаться от 1 до 10 таких «окон».

Надо отметить, что по периферии «окна» могут расти как ослабленные деревья, так и деревья без признаков ослабления. Встречаются деревья сосны визуалью без признаков ослабления или относящиеся к категории ослабленных, которые имеют развитую грибницу под корой, например в случае поражения опенком. При этом происходит активный рост гиф грибов, которые поднимаются на высоту до 1 м под корой дерева (Серафимовичский лесхоз).

Во всех очагах корневых гнилей наблюдается большое количество наклоненных деревьев, особенно в насаждениях старых возрастов. Так, в Михайловском лесхозе на п.п. IV.2 таковых 5 % от всех учтенных деревьев, на п.п. IV.3 – 10,8 % и на п.п. IV.4 – 11 %. При раскопке корней таких деревьев было обнаружено поражение мелких, средних, крупных корней (диаметром до 10 см) грибной инфекцией.

На основе полевых наблюдений мы пришли к необходимости более тщательно определять границы очага для проведения дальнейших лесохозяйственных мероприятий. При определении границы очага целесообразно в качестве модельных деревьев для раскопки корневой системы выбирать не только ослабленные, наклоненные деревья, но также деревья без признаков ослабления, особенно в очагах опенка, так как зараженные деревья могут никак не проявлять себя визуалью.

Среди обследованных насаждений выявляется взаимосвязь между возрастом деревьев и пораженностью их болезнями.

Менее поражаются болезнью сосняки старших возрастов. Это наблюдается во всех условиях произрастания. Так, в сухом бору 85-летние деревья повреждены в слабой степени (п.п. IV.4), в то время как 40-летние деревья повреждены в средней степени (п.п. IV.1). В свежем бору сосновые культуры 80 лет (п.п. IV.2) повреждены в слабой степени, а сосны 60-летнего возраста (п.п. I.1) – в сильной.

В различных типах условий местопроизрастания также наблюдается разная картина поврежденности.

Если сравнить сосны IV класса возраста, произрастающие в сухом бору А₁ и свежей субори В₂, то обнаружим, что сильнее повреждаются сосны в свежей субори В₂, чем в сухом бору А₁ (8,3 и 3,1 % соответственно), аналогичная картина наблюдается среди сосен II, III класса возраста (17,4 и 29 % соответственно). Поврежденность сосен II класса возраста в сухом А₁ и свежем борах А₂ одинаково высока (15 и 17,4 % соответственно). То есть наиболее благоприятные условия для развития патогенной флоры складываются в свежих борах и свежих субориях, а наиболее поврежденными являются средневозрастные сосны.

Таким образом, очаги корневых гнилей в сосняках засушливой степи достаточно обширны, различны по характеру распространения и степени повреждения. В обследованных сосняках действуют хронические очаги корневых гнилей, поражающие насаждения сосны в сильной и средней степени. Состояние таких насаждений характеризуется как ослабленное и сильно ослабленное, что, в свою очередь, «облегчает» заселение их стволовыми вредителями. Комплекс вредителей как фитопатогенной флоры, так и энтомофауны нарушает устойчивость сосны и ускоряет процессы усыхания древостоев. При этом снижается прирост деревьев, долговечность хвойных насаждений.

Сосновые культуры в засушливой зоне, без сомнения, испытывают фитопатологический пресс, что сокращает срок их жизни и вызывает финансовые потери лесо-

хозяйственных предприятий в виде преждевременных рубок древесины, невыращенной и нереализованной товарной продукции. Поэтому так остро стоит проблема ограничения распространения корневых гнилей и уменьшения ущерба от них в лесном хозяйстве.

И в этом случае не теряет особой важности своевременное и тщательное выполнение санитарных правил и норм при выращивании сосновых культур, которое, к большому сожалению, подзабыто лесохозяйственными предприятиями в настоящее время.

Библиографический список

1. Василяускас, А. Корневая губка и устойчивость экосистем хвойных пород / А. Василяускас. – Вильнюс: Мокслас, 1989. – 98 с.
2. Корневая губка. Поиски эффективных мер защиты хвойных насаждений от болезни / под ред. Е.И. Ладейщиковой: сб. статей. – Харьков, «Прапор», 1974. – 150 с.
3. Мозолевская, Е.Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 152 с.
4. Мониторинг болезней корней в культурах сосны обыкновенной. Предварительные наблюдения встречаемости *Armillaria* гнили корней на различных участках хвойного леса в лесничестве Зиелонка. // Manka Malgorzata, Szewczyk Wojciech // Roczn. AR Poznaniu.Ogrod. – 2000. – № 30 – с. 99 – 103.
5. Негруцкий, С.Ф. Корневая губка / С.Ф. Негруцкий. – М.: Агропромиздат, 1986. – 200 с.
6. Семенкова, И. Г. Фитопатология / И.Г. Семенкова, Э.С. Соколова. – М.: Академия, 2003. – 480 с.
7. Соколов, Д.В. Корневая гниль от опенка и борьба с ней / Д.В. Соколов. – М.: Лесная пром-сть, 1964. – 181 с.
8. Федоров, Н.И. Корневые гнили хвойных пород / Н.И. Федоров. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 160 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Ю.С. ГАЛКИН,
В.С. ШАЛАЕВ,
А.Н. КРАВЧЕНКО

Современная тенденция организации научных исследований характеризуется определяющим влиянием сложившихся экономических (и других) реалий, которые существенным образом заменяют классическое содержание работ (получение новых знаний) на поиск условий и сферы приложения имеющихся научных полуфабрикатов (инновационный потенциал разработки). В принципе, если этим полуфабрикатам придать товарный вид (это функция не фундаментальных, а прикладных исследований), то их, конечно, можно продвигать на рынок. Тогда надо исследовать и товары и рынок. В данном случае – инновационный потенциал научных исследований в области дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и сферу его экономически эффективной реализации в соответствующем сегменте рынка ДЗЗ.

Логически выгодный сектор рынка определить легко, если за движитель рынка принять потребности потребителя. Если никаких дополнительных условий не ставить, то задача решается достаточно просто: потребитель

с его потребностью и деньгами и производитель (товара или услуг, включая научные) с его возможностью и желанием эти деньги получить. Вся промежуточная и окружающая инфраструктура не является необходимой, а определяется конкретной ситуацией существования конкретных потребителей и производителей. В этом случае экономика способствует техническому прогрессу, а технический прогресс развивает экономику.

Шансы получить максимальный доход как всегда имеются у тех, кто выйдет на новый перспективный рынок раньше других. Делая что-то вслед за всеми не разбогатеешь, но делая то, чего не делал еще никто до тебя, – можно.

Важно точно определить что делать. И делать это лучше всех [1].

Но прогресс может быть организован и внеэкономическими методами. Пример тому – космическая отрасль.

Отмечая отсутствие экономических причин появления и развития высоких технологий (военное, госпрестижное), надо за-

метить, что до последнего времени не предпринималось серьезных шагов в достижении не только экономической эффективности, но даже экономической целесообразности. Ситуация 90-х гг. прошлого века свидетельствовала, что простое наличие высоких технологий, даже выше мирового уровня, само по себе не спасает от экономического коллапса, а способствует ему. Необходимая для обороны и престижа государства, но абсолютно затратная в десятках процентов ВВП с нулевой отдачей, сдерживаемая в развитии и распространении искусственными надуманными режимными ограничениями, отрасль отстала от конкурентов на многие годы. Действительно, США контролируют 100 % околоземного космоса, мы – только 30 %, США имеют 8 спутников оптико-электронного мониторинга Земли, мы – один (да и тот запущен только в 2006 г. и не дает пока гражданской продукции), как Нигерия, Малайзия, Турция. При этом финансирование космических программ в различных странах соотносится по шкале: США – Европа – Япония – Китай – Россия как: 1 – 0,26 – 0,18 – 0,15 – 0,04 [2].

В данной работе подобрана и проанализирована информация о некоторых аспектах состояния сферы космического ДЗЗ и тенденций его развития в мире. Предполагается, что представленная информация может способствовать выбору ориентиров деятельности в сфере ДЗЗ и прогнозировать степень достижения поставленных целей.

По информации Американского общества фотограмметрии и дистанционного зондирования [5], на данный момент 17 стран имеют спутники с аппаратурой ДЗЗ среднего и высокого разрешения, а к концу десятилетия их будет уже 24. В списки включены гражданские спутники (режимные ограничения существуют, но не указаны) с разрешением лучше 39 м (один с 57 м), находящиеся на орбитах или планируемые к запуску до 2011 г. Среди них оптических – 37 на орбитах и 27 планируется, радиолокационных – 4 на орбитах и 9 планируется.

Оптические системы можно разделить на 2 группы высокого разрешения и 3 группы среднего разрешения:

- 13 спутников сверхвысокого разрешения от 0,41 до 1,0 м;
- 9 спутников высокого разрешения от 1,8 до 2,5 м;
- 14 спутников так называемого вышесреднего разрешения от 4 до 8 м;
- 10 спутников среднего разрешения от 10 до 20 м;
- 7 спутников так называемого нижесреднего разрешения от 30 до 56 м.

Полосы захвата для высокоразрешающих систем находятся в диапазоне от 8 до 28 км, а систем среднего разрешения – в основном от 60 до 185 км.

Приведенная систематизированная информация позволяет оценить темпы и интенсивность практического освоения технологий ДЗЗ в мире. Последние корректировки данных [6] не изменяют общей тенденции.

Общая тенденция развития рынка космической техники ДЗЗ четко показывает почти экспоненциальный рост до 2011 г. количества работающих спутников ДЗЗ и снятие с эксплуатации устаревших аппаратов с низким пространственным разрешением. Особый интерес представляет такой же экспоненциальный рост количества спутников, работающих в радиодиапазоне. Надо отметить, что радиодиапазон имеет специфические свойства в области ДЗЗ, составляющие самостоятельное направление исследований, представленное в отечественной науке преимущественно теоретической компонентой. В рамках данной работы это направление не анализируется, но планы в отношении его развития в открытых источниках обнаружить не удалось, хотя зарубежные фирмы уже предлагают радиоизображения и технологии их обработки, конкурентоспособные с оптическими снимками.

После 2009 г. общее количество спутников несколько уменьшится только за счет окончания работы старых аппаратов, так как ни одна из стран не планирует снижения числа запусков собственных новых систем дистанционного мониторинга.

В вопросах определения стратегии приложения усилий следует принять во внимание планируемые сроки эксплуатации существующих и вновь запускаемых космических аппаратов ДЗЗ высокого про-

странственного разрешения. Дело в том, что новые аппараты, как правило, в той или иной мере требуют изменений в технологии обработки поставляемых космических изображений. Это касается и протоколов обмена и программного обеспечения, да и коммерческие условия могут быть другими. Динамику и направление таких изменений трудно предусмотреть заранее при постановке перспективных разработок, ориентированных на чужие спутники. Следует учесть, что для отечественного спутника Ресурс ДК-1 указана дата окончания функционирования между 2011 и 2012 гг., а для наиболее модного сейчас Quick Bird (пространственное разрешение до 60 см) – 2009 г. В то же время готовые к запуску американские GeoEye-1 (разрешение – 41 см) и WorldView-1 (разрешение – 50 см) планируется эксплуатировать с 2007 по 2012 (и позже) гг.

Фирмы-разработчики, как правило, предлагают законченный и закрытый аппаратно-программный комплекс, ориентированный на свой спутник, и весь процесс адаптации к использованию необходимо начинать с нуля. Поэтому представляется целесообразным ориентироваться на «долгоиграющие» аппараты.

Отдельного рассмотрения требует практика использования спектральной шкалы электромагнитных волн при космическом мониторинге земной поверхности. Поскольку спектральный состав излучения, принимаемого спутниковой аппаратурой, несет значительно большую информацию о подстилающей поверхности, чем панхроматические изображения, использование видимого спектра совместно с инфракрасным (ИК) диапазоном является основным при съемке практически всеми современными аппаратами. Однако опыт эксплуатации спутников показал существенную перспективность дальнейшего совершенствования как мультиспектральной, так и в наибольшей степени гиперспектральной съемки земной поверхности. Подробная детализация спектра принятого излучения (до 2000 отдельных каналов) позволяет не только повысить дешифровочные возможности снимков, но и автоматизировать сам процесс дешифровки. Это дает возможность сформировать

большее количество дешифровочных признаков и, соответственно, повысить информативность космических изображений.

Таким образом, техническое обеспечение космического мониторинга иллюстрирует экспоненциальный рост количества технических средств получения космической информации. С учетом соответствующего роста обеспечивающей инфраструктуры представленные материалы свидетельствуют о лавинообразном увеличении финансовых вложений в данный сектор со стороны даже очень бедных государств.

Общие тенденции перспективного развития методов ДЗЗ ориентированы на сверхвысокое разрешение, гиперспектральную съемку и высокоточное координирование снимков, что и подтверждается независимыми исследованиями, приведенными ниже.

Начиная с 1999 г. эксперты ведущих в ДЗЗ американских организаций Американского общества фотограмметрии и дистанционного зондирования (ASPRS), Национального агентства по авионавигации и космосу (NASA), Национальной океанической и атмосферной администрации (NOAA) и Геологической службы Соединенных Штатов Америки (USGS) проводят совместное изучение рынка ДЗЗ и геопространственных данных в США [3]. Конечная цель проекта – определение долгосрочного прогноза развития индустрии ДЗЗ. Исследователи рассматривают технологически более полную картину практического использования космических методов, включающую применение геоинформационных систем (ГИС), без которых результаты ДЗЗ в прямом смысле «повисают в воздухе», а не привязываются конкретно к исследуемой территории или объекту. Это весьма быстро растущий сегмент гораздо более обширного рынка индустрии информационных технологий.

До проведения указанного обследования технологий ДЗЗ сколько-нибудь достоверных сведений о состоянии этого рынка и прогнозов его развития просто не существовало.

Составление прогноза проводилось в три стадии, в результате выполнения которых и составлены скорректированный рыночный

прогноз и прогноз направлений дальнейшего развития рассматриваемой отрасли.

Первый из них проведен по совокупному доходу компаний, работающих в отрасли ДЗЗ. Первоначальная оценка давала рост по 14 % в год, а после корректировки – 9 % в год. Оценка абсолютных доходов также достаточно оптимистична: от 2–3 млрд долл. в 2001 г. до 7–8 млрд долл. к 2012 г.

Однако следует учесть, что эти цифры не рассматривают отдельно операторов и дилеров, рост доходов которых не всегда объясняется ростом объема реализации (посредники, как правило, используют другие механизмы повышения доходов, особенно при монополизации рынка услуг), а также разработчиков программного обеспечения. Не указаны также области применения ДЗЗ.

Исследования показали, что большинство компаний отрасли в США имеет штат менее 100 работников и специализируется на предоставлении достаточно узкого спектра услуг. В то же время ряд относительно крупных фирм (более 500 служащих), как правило, предлагает более «продвинутый» сервис. Большинство гражданских предприятий индустрии данных ДЗЗ занимаются разработкой и продажей картографических и инженерных приложений по заказам государственных агентств и служб различного уровня. Отмечается, что те малые компании, которые по разным причинам меньше занимаются собственными разработками и исследованиями и профессиональным ростом своих работников, чаще проигрывают в конкуренции с государственными компаниями. Чаще всего из-за ограниченности собственных ресурсов малые предприятия вообще не имеют средств на выполнение собственных научно-исследовательских проектов, что и снижает их конкурентоспособность.

При анализе указанной тенденции необходимо учитывать принципиально иную отечественную систему измерений в данной отрасли.

Появление на рынке снимков сверхвысокого разрешения (менее 1 м для черно-белых и 2,5 м для многоспектральных) с коммерческих спутников открыло новые горизонты использования данных ДЗЗ и способствовало

разработке новых методов подготовки продуктов по требованиям заказчика.

В ответ на технический прогресс в области аэросъемки (цифровые аппараты, координирование с использованием GPS и др.) были разработаны новые технологии получения пространственных данных в цифровом виде и для космических систем. Хотя по более ранним оценкам некоторых аналитиков рынка предполагалось, что космические снимки серьезно потеснят аэроснимки, но по современным данным оба эти рыночных сегмента в США продолжают свой рост и успешно дополняют друг друга. Аэросъемка заняла свою нишу рынка – высокоточной геопространственной информации в цифровом виде, пригодном для прямого использования в геоинформационных системах, и темпы роста рынка обоих продуктов примерно одинаковы. Паритет цен космической и аэросъемочной продукции позволяет им находиться в технологическом равновесии – кому что надо, тот то и применяет.

Федеральные и местные органы власти представляют собой важных участников рынка данных ДЗЗ, поскольку, с одной стороны, они являются основными крупными покупателями пространственных данных и услуг, с другой – обеспечивают финансирование научно-исследовательских работ. Государственные агентства также являются крупным классом заказчиков таких данных и услуг. Помимо прочего, эти агентства охотно принимают на работу специалистов в области ДЗЗ и ГИС. Возможности притока новых специалистов на предприятия данной отрасли в существенной степени зависят от того, насколько академические круги смогут приспособиться к стремительному технологическому прогрессу и требованиям рынка к подготовке будущих специалистов.

Исследования убедительно показали, что установление достаточно низких расценок на предлагаемые государственными агентствами и службами космические снимки низкого и среднего разрешения и устранение ограничений на их использование в целом способствовали развитию рынка данных ДЗЗ и созданию общедоступной инфраструктуры пространственных данных для обеспечения информационных потребностей широкого

круга пользователей. В принципе стоимость данных со спутников должна покрывать расходы на разработку, создание и обеспечение функционирования систем получения космических снимков. Высокое разрешение и повышенная точность координатной привязки, а также ряд других преимуществ современных данных ДЗЗ должны заинтересовать заказчика такой информации.

Существенным фактором является то, что даже ведущие государственные и частные агентства и компании испытывают большую потребность в хорошо подготовленных кадрах исполнителей. Эта потребность становится еще острее по мере роста рынка данных ДЗЗ. Исследователи отметили нехватку хорошо подготовленных исполнителей и недостаток профессиональных навыков даже у тех из них, которые прошли курсы специального обучения. Все согласились, что профессионально подготовленные кадры исполнителей являются ключевым моментом для устойчивого роста индустрии данных ДЗЗ и эффективного использования геопространственной информации в экономике в целом.

Большинство образовательных программ в области дистанционного зондирования и ГИС предлагается географическими факультетами учебных заведений, специализирующимися в области географии, управления природными ресурсами, лесоводства и гражданского строительства. Обычно предлагаются только факультативы по тематике как дополнение к основной специализации, но такие программы подготовки весьма малы по объему и не способны быстро реагировать на развитие новых технологий. Кроме того, вопрос рассмотрен только с точки зрения потребителей ДЗЗ, в то время как образовательные проблемы имеют отношение и к разработке всех составляющих инфраструктуры ДЗЗ, включая постановку задачи на создание спутника, математическое и компьютерное обеспечение тематической обработки спутниковой информации до уровня потребительского продукта.

Поскольку индустрия данных ДЗЗ развивается очень динамично, требуются дополнительные инвестиции в систему подготовки специалистов в данной области для опера-

тивного обновления программ их обучения и соответствующей технической базы, а также для организации курсов профессиональной переподготовки с учетом новых тенденций развития отрасли. При этом особое внимание следует уделять роли преподавателей, которым предстоит постоянно обновлять программы обучения для подготовки специалистов с учетом потенциальных запросов рынка данных ДЗЗ.

Исследования показывают, что нужно повысить статус дисциплин, связанных с пространственной информацией в общей структуре системы образования, чтобы добиться постоянной поддержки администраций учебных заведений. Такая поддержка совершенно необходима для того, чтобы обеспечить должный уровень подготовки специалистов с учетом потенциальных потребностей рынка.

В проведенных исследованиях отчетливо проявилась проблема текучести кадров. На предприятиях преобладают опытные работники пожилого возраста и совсем молодые сотрудники, которым еще предстоит освоить профессиональные тонкости. Сравнительно малый процент составляют работники среднего возраста, находящиеся в середине развития своей карьеры. Эти данные свидетельствуют о том, что много молодых работников уходят из индустрии данных ДЗЗ в поисках лучших для себя возможностей, потенциально создавая нехватку исполнителей среднего уровня. Следует иметь в виду, что многие из работников, занятых в индустрии данных ДЗЗ и ГИС, получали свои дипломы и звания в других областях, и они имеют возможности найти работу в более привлекательных экономически и карьерно отраслях производства, которые связаны с полученным ими образованием (например, информатика и компьютерные технологии).

Причины этой тенденции достаточно ясны, и выход из создавшегося положения, очевидно, находится в повышении статуса и престижности высокопрофессионального труда в области ДЗЗ (повышении зарплаты).

Вместе с тем в процессе исследований были выявлены вполне достаточные потенциальные возможности для роста рынка данных ДЗЗ в различных его сегментах. Несмотря на

то, что в настоящее время приложения в области обороны, цифровой картографии, систем электронной администрации и т.п. являются доминирующими на рынке ДЗЗ и ГИС, в США все больше ощущаются потребности в разработке систем для органов местного самоуправления, полиции, служб ЧС, экологического контроля и т. п.

Многие предприятия предлагают своим заказчикам информационные продукты, созданные на основе сочетания космических данных ДЗЗ и аэроснимков, что соответствует общим тенденциям зарубежного рынка и позволит создать новые возможности для компаний, работающих на этом рынке. Например, в настоящее время только очень малая доля работ в данной отрасли приходится на его сегменты с высокими требованиями к точности пространственных данных, таких как риэлтерский и страховой бизнес. В то же время эти сферы бизнеса могут открыть новые возможности для индустрии данных ДЗЗ при условиях, что поставляемая геопространственная информация будет отвечать специфическим потребностям подобных клиентов и что они смогут эффективно работать с такими данными.

Динамика изменения спроса на различные виды продукции ДЗЗ подтверждает указанную тенденцию. За период с 2001 по 2006 г. доля приобретенных гиперспектральных продуктов возросла более чем в 3 раза, в то время как продукты традиционной черно-белой съемки уменьшились в 2 раза.

В настоящее время пользователи данных ДЗЗ рассматривают возможность перехода от использования многоспектральных снимков к применению гиперспектральных данных. Имеет место повышение спроса на гиперспектральные, радиодиапазонные и лидарные аэросистемы, особенно с учетом того, что сенсорные технологии развиваются очень динамично и обеспечивают все более низкую стоимость работ при более обширном покрытии.

В ближайшем будущем гиперспектральные системы позволят выполнять автоматизированное распознавание объектов, их идентификацию и классификацию. Благодаря этому такие секторы рынка, как национальная оборона, сельское и лесное хозяйство смогут

воспользоваться преимуществами современных методов мониторинга изменений. Альтиметрические данные, получаемые радиосистемами и лидарами, также имеют хороший рыночный потенциал. Эти системы способны обеспечивать данные, необходимые для создания высокоточных цифровых моделей рельефа (ЦМР), в которых заинтересованы те пользователи, для которых главным является точность и детальность данных о местности.

Факторы, которые напрямую не относятся к индустрии данных ДЗЗ, тем не менее играют определенную роль, поскольку имеется потребность в геопространственных данных и в других секторах рынка. При этом следует отметить, что не все пользователи успевают за бурным ростом компьютерных технологий, особенно в области работы с географическими данными высокого разрешения и точности. Использование данных высокого разрешения часто требует достаточно крупных инвестиций в модернизацию оборудования.

Кроме того, проблемы высокой стоимости данных ДЗЗ, задержки в их поставке, а также лицензирования и ограничений их продаж весьма часто отпугивают потенциальных пользователей. Устойчивое развитие отрасли может происходить только при условии постоянного совершенствования технологий и благоприятной государственной политики в отношении сбора и использования данных ДЗЗ, а также исследований и разработок в этой области.

При проведении исследований была выполнена оценка интересов потенциальных потребителей данных ДЗЗ по следующим критериям: разрешение на поверхности, точность определения положения в плане и/или в пространстве, содержание информационных слоев, точность определения высот и уровень актуализации данных. В то время как все эти факторы важны для потребителей данных ДЗЗ, высокое разрешение и высокая точность пространственной привязки являются самыми важными для них.

Статистика показывает, что большинству пользователей необходимо субметровое разрешение, поскольку только с этого уровня становится возможным уверенное определение атрибутов и характеристик объектов мес-

тности. Наборы данных такого разрешения могут использоваться для анализа и проектирования городских инфраструктур или для крупномасштабного цифрового картографирования. По этой причине спрос на данные с пространственным разрешением 1 м и менее в последние годы почти в 3 раза превосходит спрос на данные даже десятиметрового разрешения, не говоря уже о тридцатиметровом и грубее. Более того, годовой темп роста потребностей в продукции первого типа составляет почти 30 % используемой, в то время как снижение спроса на продукцию второго типа снижается с тем же ежегодным темпом.

Кроме того, снимки высокого разрешения могут применяться для получения сведений о состоянии окружающей среды, а также работниками лесного хозяйства [4]. При работе со снимками высокого разрешения с обширным покрытием необходимо учитывать особые требования к технологическому уровню систем хранения данных, а также к памяти и производительности применяемых компьютеров.

Интерес потенциальных пользователей пространственных данных в отношении геометрической точности особенно важен для тех организаций, которые направляют свои усилия на обеспечение максимально точной географической привязки. Технологии оперативной высокоточной (с использованием GPS) географической привязки данных съемки значительно расширяют рыночные возможности фирм, которые специализируются на сборе данных, но для их реализации требуются дополнительные исследования и разработки.

В целом индустрия данных ДЗЗ за рубежом имеет хорошую рыночную динамику, хотя ее дальнейшее успешное развитие зависит от того, насколько законодательства стран владельцев спутников и снимков будут тому способствовать. Новые технологии, новые типы данных ДЗЗ и сенсоров для аэрокосмической съемки будут, безусловно, способствовать этому росту. Тем не менее, нехватка квалифицированных кадров исполнителей, возможные законодательные препоны и непоследовательность стратегии правительств в данной области могут ограничить рост индустрии продукции ДЗЗ.

Конечно, изложенное мнение уважаемых экспертов не является истиной в последней инстанции, но тенденции мировых лидеров ДЗЗ и ГИС индустрии нельзя обойти вниманием. Исторически известно, что мы обычно отстаем от запада на 10–15 лет, но почти во всех областях повторяем их путь, поэтому их состояние сейчас можно рассматривать как наше завтра.

На сегодняшний день указанные тенденции вряд ли применимы напрямую к нашему современному рынку. Учитывая специфические особенности развития аналогичного отечественного сектора, следует заметить, что многие причинно-следственные параллели нельзя провести – нет частных спутников, нет частных отечественных операторов, нет строгой геопропоранственной культуры и т.п., поэтому пути развития отечественного рынка сейчас пока не совпадают с путями, изложенными в данной работе. Более того, наши современные производственные потребности также не совпадают с потребностями зарубежных хозяйствующих субъектов.

Вместе с тем, данная статья дает ориентиры для выбора конкурентоспособной тематики исследований, возможности сравнительной оценки уровня проводимых отечественных разработок и перспективы достижения поставленных перед ними целей.

Библиографический список

1. Амосов, Ю. Ни риска, ни доходов / Ю. Амосов / Эксперт: Украинский деловой журнал. – 2006. – № 47. – С. 72–76.
2. Гершензон, В.Е. Дистанционное зондирование Земли: общие проблемы и российская действительность / В.Е. Гершензон // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации, 2005. – № 3. – С. 57–59.
3. Монделло, Ч. Рынок данных ДЗЗ в мире / Ч. Монделло, Дж. Хепнер, Р. Вильямсон // Дистанционное зондирование Земли. – 2005. – № 2. – С. 31–37.
4. Маслов, А.А. Космический мониторинг лесов России: современное состояние, проблемы и перспективы / А.А. Маслов // Лесной бюллетень. – 2006. – № 1. – С. 8–13.
5. Stoney W.E. ASPRS guide to land imaging satellites. Updated for the NOAA commercial remote sensing symposium. USA, 2006.
6. Trinder J. Recent developments in international remote sensing and GIS markets. The third International conference «Earth from space – the most effective solutions», Moscow, 2007.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ КРУПНОМАСШТАБНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ПРИ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИИ МЕСТ РУБОК

Е.М. РУНОВА,
В.А. САВЧЕНКОВА

В современных условиях ведения эффективного и устойчивого лесопользования важную роль играет контроль за соблюдением правил отпуска древесины на корню и рубок главного пользования.

Вопросы контроля за рубками главного пользования наиболее актуальны в многолесных районах европейского Севера России, Сибири и Дальнего Востока, где в больших объемах ведется заготовка древесины. В последние годы в лесном фонде отмечен резкий рост общего количества отводимых в рубку лесосек за счет уменьшения их площадей. По ряду регионов число лесозаготовителей также увеличилось в несколько раз, хотя многие из них не имеют соответствующей техники и подготовленного персонала, что ведет к злоупотреблениям, прежде всего по рубкам за пределами отвода лесосек и незаконным рубкам деревьев. Много древесины остается на лесосеках в качестве недорубов, в штабелях и у пня [1].

В сложившейся ситуации при освидетельствовании лесосек оказывает помощь применение метода аналитико-измерительного дешифрования материалов крупномасштабной аэрофотосъемки в соответствии с п.65 Правил отпуска древесины на корню в лесах РФ, утвержденных Правительством РФ от 1 июня 1998 года № 551.

Проблема картографирования больших территорий всегда довольно остро стояла в крупных странах, таких как Россия, Китай, США, Канада. Для подобных целей в этих странах наиболее эффективным способом получения картографической информации является аэрофотосъемка. В настоящее время процессы аэросъемки широко автоматизируются с помощью систем навигации. Они широко используются почти всеми аэрофотосъемочными предприятиями развитых стран мира. С недавнего времени и в России началось внедрение подобных систем [3].

Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) подвело итоги дистанционного мониторинга лесопользования на территории России за 2005 г.

По предварительному расчету общая сумма неустоек составила 4,7 млрд руб. В минувшем году работы по дистанционному мониторингу были проведены в зоне наиболее интенсивных лесозаготовок на общей площади 53 млн га в семи субъектах Российской Федерации: Архангельской и Иркутской областях, Красноярском, Хабаровском, Приморском и Пермском краях, Республике Коми.

В результате мониторинга были установлены значительные нарушения законодательства Российской Федерации при организации пользования лесным фондом. В частности, на обследованных территориях незаконная рубка деревьев составила 1,2 млн м³, было уничтожено и повреждено 11 537 га подроста и лесных культур. Кроме того, на местах рубок было брошено 664 400 м³ древесины, на 19 894 га лесных площадей уборка мест рубок проводилась неудовлетворительно. Около 3,2 млрд м³ древесины не было заготовлено в нарушение условий разрешительных документов.

Основной объем выявленных нарушений пришелся на Иркутскую область, Красноярский и Хабаровский края. По предварительному расчету общая сумма неустоек по этим регионам составила 4,7 млрд руб. [2]

В настоящее время территориальные органы Рослесхоза проводят освидетельствование лесосек на основании данных дистанционного мониторинга.

По итогам освидетельствования к взысканию с лесопользователей уже официально предъявлены неустойки на общую сумму 268,8 млн руб. При этом более 60 млн руб. уже выплачено нарушителями добровольно.

Результаты освидетельствования мест рубок на территории

| Виды лесонарушений | Сумма неустоек, тыс. руб / 1 га | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| | 2002 год | 2003 год | 2004 год | 2005 год |
| Неудовлетворительная очистка мест рубок, га | 0,23 | 0,21 | 0,24 | 0,26 |
| Недорубы, м ³ | 0,12 | – | 0,17 | 1,64 |
| Оставленная и не вывезенная в установленные сроки древесина, м ³ | 0,36 | 0,36 | – | 0,30 |
| Уничтожение лесосечных столбов, шт. | – | 0,07 | – | 0,13 |
| Уничтожение подроста, га | – | – | – | – |
| Уничтожение плодородного слоя, м ² | – | – | – | – |
| Рубка за пределами отведенной лесосеки, м ³ | – | – | 0,36 | 0,47 |
| Рубка семенников, м ³ | – | – | – | – |
| Неокорка оставленной древесины в хлыстах, м ³ | – | – | – | – |
| Оставлено завышенных пней, м ³ | – | – | – | 0,05 |
| Сумма, тыс. руб. | 0,71 | 0,63 | 0,78 | 1,21 |

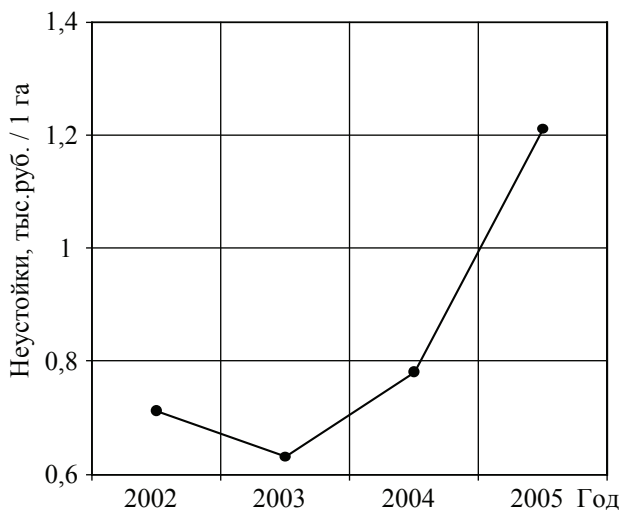


Рисунок. Динамика начисленных неустоек при освидетельствовании мест рубок

Руководитель Рослесхоза потребовал от руководителей территориальных органов и лесхозов в кратчайшие сроки обеспечить полное освидетельствование мест рубок по итогам дистанционного мониторинга и принять меры по привлечению нарушителей к установленной законом ответственности. Он указал на необходимость расторжения договоров аренды с пользователями леса, допустившими нарушения порядка пользования лесным фондом.

В 2006 г. Рослесхоз планирует охватить авиационным и космическим контролем всю территорию интенсивного лесопользования России (т.е. свыше 100 млн га лесного фонда), а в течение двух последующих лет – весь эксплуатируемый в Российской Федера-

ции лесной фонд. На эти цели в федеральном бюджете предусмотрено 200 млн руб. [2].

Так, одним из перспективных способов контроля за лесопользованием представлен дистанционный мониторинг.

Для того чтобы оценить степень качества этого способа, а также степень необходимости лесохозяйственных предприятий, проведено исследование результатов дистанционного мониторинга. Проведен сравнительный анализ результатов освидетельствования мест рубок с результатами дистанционного мониторинга по нескольким лесхозам Иркутской области.

Освидетельствование мест рубок и дистанционный мониторинг производится с целью выявления полноты и правильности разработки лесосек: выявления оставленных недорубов, невывезенной древесины, второстепенных лесных материалов и других нарушений при осуществлении лесопользования. В табл. 1 отражены результаты освидетельствования мест рубок за период 2002–2005 гг.

На рисунке изображена динамика неустоек, начисленных в результате освидетельствования на 1 га исследуемой площади.

На рисунке видно, что размер неустоек с каждым годом возрастает. Это связано с увеличением цен на ГСМ, запчастей, повышением минимальной заработной платы.

Анализ мероприятий по освидетельствованию мест рубок позволил сделать следующие выводы: наземное освидетельствование мест рубок является трудоемким и связано с

Затраты на проведение аэрофотосъемки и наземного освидетельствования мест рубок

| Статья затрат | Сумма затрат, руб./га |
|-----------------------------------------|-----------------------|
| Натурное освидетельствование мест рубок | 0,22 |
| в т.ч. ГСМ | 0,12 |
| Амортизация транспортного средства | 0,1 |
| Аэрофотосъемка (8 часов) | 25,66 |

периодической недоступностью мест освидетельствования из-за сезонного характера отрасли (необходимость переноса дня освидетельствования); оно сопряжено с ростом затрат (увеличение расстояния между местами заготовки и переработки древесины).

Но при этом натурное обследование мест рубок позволяет:

- ежегодно наиболее точно определить объем лесонарушения;
- установить его местоположение.

В совместном натурном обследовании принимают участие доверенные представители лесопользователя, в присутствии которых устанавливается не только объем лесонарушения и его место положение, но и способы учета, применение соответствующих инструментов. Этим обеспечивается возможность соблюдения сроков подачи претензии лесопользователю, а также искового заявления в суд в установленные законодательством сроки в случае отказа лесопользователя произвести добровольную оплату неустоек.

Для лесхоза затраты имеют место только в том случае, если лесопользователь игнорирует обязательства и не является на освидетельствование мест рубок. Подобная ситуация возникает редко и составляет не более 3 % от всей площади лесосек, подлежащих освидетельствованию за год, что составляет 0,22 руб. на 1 га.

Аэрофотосъемка – фотографирование земной поверхности с воздухоплавательных и летательных аппаратов. Каждый снимок является документом. Принято считать, что он объективно отражает состояние местности на момент съемки. Например, определяемые по снимку размер и направление лесосеки никак не зависят от материалов отвода в лесхозе. Подделать снимки практически невозможно, так как съемку осуществляют различные компании-операторы и попытки «изменения данных» будут легко обнаружены. По сути, съемка дает возможность независимого и перекрестного контроля процессов в лесном хозяйстве со стороны различных российских и международных организаций.

При проведении дистанционного мониторинга и освидетельствования мест рубок формируются затраты, отраженные в табл. 2.

Заработная плата работников лесхоза и специалистов фотолабораторий в данном случае не учитывается, так как данные виды деятельности входят в состав должностных обязанностей каждого из специалистов и учтены в размере установленного должностного оклада.

По результатам сличительной ведомости и развернутого сравнительного анализа можно судить, что при дистанционном мониторинге имеет место высокий процент погрешности (до 80 %) при определении объемов таких видов лесонарушений, как неудовлетворительная очистка лесосек, не вывезенная в установленный срок древесина, уничтожение подроста, рубка за пределами отведенной лесосеки. Часто обнаруженные при натурном освидетельствовании лесосек места рубок за пределами отвода при аэрофотосъемке не отражаются вообще. Такие виды лесонарушения, как уничтожение деляночных столбов, захламление прилегающей 50-метровой полосы леса, вообще не учитываются. При проведении контрольного обследования вырубленных площадей в 30 % факт рубки за пределами отвода, уничтожение семенников, недорубы, указанные по результатам дистанционного мониторинга, не подтверждаются (редины естественного происхождения и прочее).

Период дешифрирования результатов дистанционного мониторинга очень длителен, вследствие чего результаты контроля лесхоз получает только через полгода после облета. В 2005 г. облет производился в июле и сентябре, а результаты поступили в лесхоз для предъявления неустоек во второй декаде марта.

Сличительная ведомость результатов дистанционного мониторинга

| Способ контроля | Площадь, га | | Выявленные нарушения из расчета на 1 га | | | | | | |
|------------------------------|------------------|----------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| | эксплуатационная | общая | оставлено недорубов, м ³ | рубка за пределами лесосеки, м ³ | неудовлетворительная очистка, га | не вывезенная в установленные сроки древесина, м ³ | неокоренная в штабелях древесина, м ³ | Уничтожено, м ³ | |
| | | | | | | | | подроста и молодняка | Семеновников и семенных куртин |
| Аэрофотосъемка | 6858,6 | 7113,1 | 2,4 | 4,0 | 0,5 | 6,4 | 0,08 | 0,2 | 0,04 |
| Наземное освидетельствование | 8452 | 10282,79 | 0,9 | 2,3 | 0,03 | 1,7 | 0,01 | 0,04 | 0,11 |

Сравнительные данные освидетельствования мест рубок и результатов дистанционного мониторинга

| Преимущества | Недостатки | | Затраты | | ±Δ | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|----------------------------------|
| | дистанционный мониторинг | освидетельствование мест рубок | дистанционный мониторинг | освидетельствование мест рубок, руб./га | | дистанционный мониторинг, руб/га |
| Высокая точность определения объема лесонарушения Высокая точность определения места расположения лесонарушения Отсутствие транспортных затрат для лесхоза Получение результата при непосредственном выполнении освидетельствовании Возможность соблюдения претензионный порядок. | Объективность оценки Масштабность Актуальность Экстерриториальность | Субъективность оценки (не исключен фактор предвзятости или заинтересованности) | Высокий процент погрешности. Длительность периода дешифрирования | 0,22 | 25,66 | + 25,44 |

Таким образом, при проведении контроля методом дистанционного мониторинга отсутствует возможность соблюдения требования российского законодательства – срок направления претензии об уплате неустоек в добровольном порядке составляет 7 дней со дня проведения освидетельствования мест рубок.

Исследование результатов дистанционного мониторинга позволило сформулировать определенные выводы (табл. 3).

Наиболее точный результат дает аэрофотосъемка окрестности по факту рубки за пределами отведенных лесосек, а максимальный процент погрешности можно наблюдать при аэрофотосъемке по факту уничтожения семенников.

На основании выводов, полученных в результате исследования (табл. 4) применяемых методов контроля за использованием лесных ресурсов, сформулированы следующие предложения:

1) на сегодняшний день результаты натурного обследования наиболее точные и менее затратные, поэтому ликвидировать лесную службу как ежедневный орган контроля нерационально;

2) контроль методом дистанционного мониторинга (аэрофотосъемка) рационально проводить раз в три года в качестве мероприятий по контролю за деятельностью как лесопользователей, так и лесхозов;

3) часть денежных средств, затрачиваемых на проведение ежегодного дистанционного мониторинга, направить на усиление охранной и контролирующей деятельности лесхозов.

Библиографический список

1. Косицын, В.Н. Освидетельствование мест рубок главного пользования с применением материалов крупномасштабной аэрофотосъемки / В.Н. Косицын, В.М. Скудин, М.В. Дворяшин // Лесное хозяйство. – 2003. – № 6. – С. 38–39.
2. www.advis.ru
3. www.navgeocom.ru

БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МУРАВЕЙНИКОВ

М.А. ГОЛОСОВА

Международным Союзом биологических наук с 1984 г. ведутся исследования по проекту «Биомониторинг качества окружающей среды – биоиндикаторы».

В ряде стран (Чехия, Венгрия, Япония, Индия и др.) проведены совещания по биоиндикаторам. Объектами биоиндикации явились виды и группы животных в разных экотопах. Исследователями было показано, что популяции, сообщества, их структурно-функциональные особенности, поведенческие реакции могут быть использованы как биоиндикаторы среды обитания при разной степени ее нарушенности. Нарушающими факторами практически всегда выступают антропогенные стрессоры. Если у организмов в ходе эволюции выработаны механизмы адаптации к нарушающим воздействиям природной среды, то в случае антропогенных стрессоров эти механизмы частично или полностью не срабатывают. Измененное поведение или физиологические изменения у животных указывают на присутствие и интенсивность того или иного нарушения в среде их обитания.

В лесных экосистемах наиболее информативными компонентами биоценоза являются муравьи подрода *Formica s. str* (рыжие лесные муравьи), которые могут служить индикаторами качества среды их обитания.

Муравьи живут в хорошо заметных гнездах-муравейниках, прочно связаны с местообитанием, обладают четкой экологической приуроченностью. В силу социального образа жизни, привязанности к кормовому участку и пространственному положению в экотопе муравьи не могут уклоняться от комплексного воздействия факторов среды и экстремального антропогенного прессинга. Заметные отклонения от нормы в поведении, охотничьей активности и строительной деятельности, в поддержании оптимальной численности, структуры семьи и климатического состояния гнезда нужно рассматривать как ответ на стрессовое воздействие и резкое изменение экологической ситуации биогеоценоза.

Муравьи исключительно адаптивные группы насекомых, обладающие большим «запасом прочности» и необыкновенной потенциальной жизнеспособностью. Они сами регулируют процессы расселения, состав и численность семей и долгие годы сохраняют процветающие комплексы своих гнезд в одних и тех же насаждениях. Выбор мест поселения и образования дочерних отводков определяется экологическими потребностями конкретного вида, куда входят такие параметры, как микрорельеф, освещенность места, характер окружающей растительности, близость поселений конкурентных видов, обеспеченность кормом и оптимальный размер кормового участка, оптимальный гидротермический режим и механический состав почвы [1, 2].

В ненарушенных лесах муравьи подрода *Formica s. str* выполняют многообразные полезные функции [3]. Их главная функция лесозащитная. В связи с многочисленностью в лесных биотопах (в поселениях могут насчитываться десятки миллионов особей) потребность в белковой пище у них огромна. Для выкармливания молоди одна семья может за день собирать с кормового участка по несколько тысяч гусениц. В период массового размножения сосновой совки (*Panolis flammea*) одна семья *Formica polyctena* собирала за сутки до 12300 гусениц [6]. Во время вспышки зеленой дубовой листовертки в Московской области в одно гнездо *F. polyctena* ежедневно приносилось до 7200 гусениц, а в период окукливания вредителя – 6500 куколок [4]. Подобных сведений в литературе много, и все они свидетельствуют о необычайно высокой активности муравьев в очагах вредителей леса. В период вспышек массового размножения хвое- и листогрызущих насекомых муравьи переключаются на питание вредным видом насекомого, полностью очищая деревья от вредителя на своем кормовом участке.

В период выведения молоди в гнездах-муравейниках поддерживается постоянная температура 26–29 °С и влажность

80–100 %. В нормально функционирующих гнездах всегда сухо и ощущается здоровый запах муравьиной кислоты. Оптимальный гидротермический режим внутри муравейника регулируется внутригнездовыми рабочими, постоянно проветривающими и перемешивающими сухой строительный материал. Гнезда строятся с такой ориентацией по отношению к солнцу, что в течение суток муравейник некоторое время находится под прямыми солнечными лучами. Гнездовой вал и купол очищается муравьями от посторонней растительности, препятствующей нормальному тепло- и газообмену гнезда.

При изменении экологической ситуации под пологом леса, связанной главным образом с неблагоприятными погодными условиями, муравьи способны за один сезон перестроить гнездо, изменить его пропорции и архитектуру, приспособив ее к другим гидротермическим условиям биотопа и режиму освещенности. Изменяя форму купола, муравьи регулируют количество поступающей солнечной энергии. На открытых местах купол муравейника более плоский, в затененных – более вытянут вверх [3].

В условиях повышенной антропогенной трансформации лесных экосистем на живые организмы воздействуют различные нарушающие факторы. Многие из этих факторов становятся стрессорами потому, что по интенсивности и продолжительности воздействия крайне отличны от обычной существующей в природе нормы, к которой адаптированы организмы. Кроме того, антропогенные стрессоры создаются с такой скоростью, что биологические системы (популяции, сообщества) не успевают реализовать соответствующие адаптационные процессы. Превышение допустимой нагрузки выходит за границы диапазона толерантности и приводит к распаду биологической системы, ее деградации и гибели.

По сравнению с отдельными организмами, популяциями, биоценозами экосистемы реагируют на стрессовые антропогенные воздействия чаще всего с запаздыванием. Поэтому очень важно для прогнозирования экологической ситуации и судьбы лесных насаждений использовать биоиндикационные признаки по хорошо заметным в экосистеме показателям,

прежде всего по муравьям. Экологические события в еловых стациях Щелковского учебно-опытного лесхоза Московской области прослежены нами за 28-летний период исследования жизни муравьев *Formica s. str.* Модельным объектом выбран доминантный вид *Formica aquilonia* Yarg. Этот вид приурочен к ельникам-черничникам и ельникам-кисличникам 80–100 лет, I–II бонитета, с полнотой 1,0–0,8. При первой инвентаризации муравейников в 1978 г. в насаждениях лесхоза были выявлены процветающие комплексы нескольких видов муравьев подрода *Formica s. str.* В одном только Свердловском лесничестве на площади 213 га елового леса насчитывалось 56 колоний *F. aquilonia*, включающих 400 процветающих гнезд. Каждая колония владела четко выраженной охраняемой территорией, которая в зависимости от мощности семьи составляла от 0,3 до 2,6 га. Материнские гнезда в комплексах имели высоту купола от 0,5 до 1,6 м, диаметр основания купола составлял 0,6–2,2 м. Имелись и гигантские одиночные гнезда высотой до 2 м и диаметром купола 2,5–3 м. Плотность поселения в отдельных кварталах достигала 28 м²/га.

С 1984–1985 гг. стало заметным усиление антропогенного воздействия на хвойные леса лесхоза (выделение территории под дачные поселки, прокладка дорог, захламленность, использование тяжелой техники, усиление рекреационной нагрузки и пр.).

В этот период появились заметные признаки ухудшения состояния муравейников: остановка в росте ряда гнезд, сокращение динамики отпочковывания отводков, сокращение количества кормовых дорог и уменьшение числа посещаемых муравьями-трофобионтами деревьев с колониями тлей. Это уже свидетельствовало о сокращении численности семей и их потребности в пищевых ресурсах. Подобные события явились первыми сигналами ухудшения общей экологической ситуации в лесных насаждениях, еще мало заметной визуально, но уже негативно отражающейся на жизнеспособности биосистем.

К 1995 г. экологическое состояние леса заметно ухудшилось. Появилось заболачивание отдельных участков насаждений в связи с лесохозяйственными нарушениями, учас-

тились случаи бессистемных и браконьерских рубок, что привело к изреживанию древостоя, усилилась вредоносная деятельность стволовых насекомых и болезней корней, участились вывалы стволов и образование «окон». Постепенно менялся микроклимат среды обитания муравьев.

Изреженность насаждений привела к изменению температурного режима подпологовой среды за счет усиления инсоляции и искажения естественного распределения температур. По наблюдениям амплитуда суточных температур увеличивается. В старовозрастных еловых насаждениях в полуденные часы приток тепла выше. В среднем под полог изреженных насаждений с наличием «окон» тепла поступает почти в 1,5–2,5 раза больше, чем в насаждения с полнотой 1,0–0,8. Именно за счет повышения баланса прихода и расхода тепловой энергии в изреженном древостое идет интенсивное нагревание почвы в дневное время и сильное остывание в ночные и ранние утренние часы. Повышенный прогрев почвы в полдень достигает глубины 30–40 см, а в иных местах 60 см. Такие аномальные амплитуды суточных температур ведут к иссушению почвы и нарушению гидротермического режима корневых систем деревьев, вызывая их ослабление со всеми вытекающими последствиями. Эти же причины ведут к нарушению жизненных процессов муравьев в их подземных гнездах, особенно самок, которые большую часть жизни проводят именно на глубине 10–50 см.

Еще большее влияние на муравьев в насаждениях с усиленной рекреационной нагрузкой оказывает изменение плотности почвы. Этот процесс прямо и косвенно затрагивает и все другие процессы в лесных экосистемах. Исследования показали, что под пологом елового леса, слабо затронутого рекреацией, плотность почвы равна 0,6–0,8 г/см³, а в насаждениях с усиленной рекреационной нагрузкой ее уплотнение увеличивается до 1,2–1,3 г/см³. Твердость почвы увеличивается при этом в три раза [5]. Уплотнение почвы вызывает кислородное голодание корневых систем ели, приводя к ослаблению и отмиранию деревьев, формированию очагов стволовых вредителей, куртинному усыханию и дальнейшему изреживанию насаждений. Эти

события усугубляют вышеописанный процесс с изменением температурного режима подпологовой среды и почв и затрагивают жизненные процессы в муравейниках.

В малоснежные зимы сильно уплотненная почва промерзает на глубину 1–2 м (в норме 0,2–0,4 м). Муравьи, зимующие в почве на этой глубине, большей частью вымерзают, что значительно сокращает численность семей.

Все указанные экологические изменения постепенно стали приводить к распаду комплексов, гибели отдельных гнезд. Много гнезд было разорено человеком. Меньше наблюдалось колоний, стали преобладать одиночные гнезда. Исчезли гигантские гнезда (места их поселений были отведены под строительство дач). Крупные некогда жизнеспособные муравейники заметно деградировали, в гнездах появилась сырость и характерный запах плесени.

В период 1995–2006 гг. наблюдалась интенсивная деградация муравейников. Полностью распались колонии, изменилась архитектура гнезд, преобладали гнезда с уплощенными куполами, с осевшими и проваленными вершинами. Крупных и среднего размера гнезд практически не обнаруживалось. Преобладали мелкие гнезда с диаметром основания купола 0,7–1,0 м. Мелкие гнезда в насаждении отражают не появление молодых отводков, как это обычно наблюдается в ненарушенных экосистемах, а является отражением старения и оседания старых гнезд, у которых прекратилась ежесезонная надстройка наружных куполов муравейников. Динамика распределения муравейников по диаметру купола за весь период наблюдения отражена в табл. 1.

Табл. 1 отражает катастрофическое уменьшение числа гнезд за инвентаризационный временной период на территории стационарных наблюдений в Свердловском лесничестве.

За рассматриваемый период сократились и размеры кормовых участков. Уже к 2002 г. максимальная площадь кормовых участков не превышала 0,5 га.

Изменение освещенности и температуры под пологом леса затрагивает и еще одно немаловажное событие – изменение состава травяного покрова.

Т а б л и ц а 1

**Распределение муравейников в насаждениях
Свердловского лесничества по диаметру купола (%)**

| Годы | Размерные классы, м | | | | | |
|------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 0,2–0,6 | 0,7–1,0 | 1,1–1,4 | 1,5–1,8 | 1,9–2,1 | 2,2–3,0 |
| 1978 | 3 | 8 | 70 | 12 | 16 | 5 |
| 1986 | 18 | 31 | 44 | 10 | 5 | 0 |
| 1995 | 29 | 48 | 15 | 8 | 0 | 0 |
| 2006 | 19 | 45 | 38 | 0 | 0 | 0 |

Т а б л и ц а 2

**Распределение муравейников по степени зарастания травой
в Свердловском лесничестве в 2004 и 2006 гг.**

| Всего обследовано гнезд | Из них по степени зарастания, по годам | | | | |
|-------------------------|----------------------------------------|------------------|------|----------|------|
| | Степень зарастания, % | Гнездовой вал, % | | Купол, % | |
| | | 2004 | 2006 | 2004 | 2006 |
| 48 | 1–10 | 14,4 | 12,5 | 54,2 | 42,0 |
| | 11–30 | 48,3 | 4,1 | 35,4 | 16,4 |
| | 31–50 | 29,1 | 12,5 | 10,4 | 16,6 |
| | Свыше 50 | 8,2 | 25,0 | 0 | 25,0 |

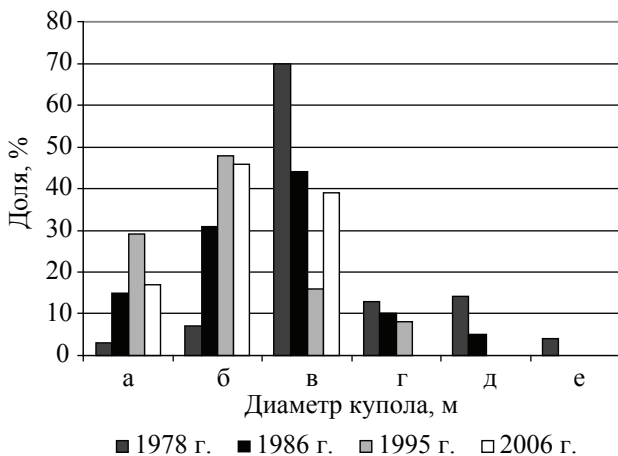


Рисунок. Распределение муравейников в насаждениях Свердловского лесничества по диаметру купола: а – 0,2–0,6 м; б – 0,7–1,0 м; в – 1,1–1,4 м; г – 1,5–1,8 м; д – 1,9–2,1 м; е – 2,2–3,0 м

В лесу и на муравейниках появляются несоответствующие экотопу разнотравье и злаки, а также рудеральная и адвентивная травянистая растительность. В этом случае происходит смена типов леса и создается несоответствующая для *F. aquilonia* среда обитания.

Степень и интенсивность зарастания муравейников травой является заметным индикаторным показателем. С одной стороны, зарастание гнезд характеризует ослабленность и малочисленность семьи, не способной избавиться от травы (в жизнеспособных семьях муравьи перегрызают стебли и выжигают

кислотой). С другой стороны, рудеральная растительность содержит ядовитые вещества, жгучие волоски, шипики и другую защиту от насекомых, вероятно, поэтому муравьи их не трогают, и эти растения быстро осваивают муравейники как питательный субстрат. Результаты детального изучения процесса зарастания муравейников на территории стационарных наблюдений отражены в табл. 2.

Захламленность леса бытовыми отходами, которая наблюдается в Щелковском учебно-опытном лесхозе Московской области, можно классифицировать как дополнительный антропогенный стрессор для живых организмов. Опасность такого стрессора состоит в том, что в среде обитания организмов появляются чужеродные, не свойственные лесным экосистемам токсические вещества в виде газообразных и твердых соединений. Образование повышенной концентрации метана, газообразного хлора, накопление в почве тяжелых металлов и других вредных соединений сильно нарушают жизненный баланс и условия обитания любых организмов, в том числе муравьев, которые тесно связаны с воздушной и почвенной средой. В создавшихся экологических условиях обитания и полной запущенности ведения лесного хозяйства главные лесозащитники – рыжие лесные муравьи обречены на вымирание.

Изложенный фактический материал, полученный при многолетнем исследовании комплексов муравьев в учебно-опытном лесхозе, позволяет выделить основные биоиндикационные показатели, которые дают возможность точно оценить воздействие на них природных и антропогенных факторов и по реакциям на эти факторы проследить этапы ухудшающейся экологической обстановки в лесных биотопах.

Таковыми заметными биоиндикационными показателями являются следующие:

1. Распад комплексов и колоний. Преобладание одиночных гнезд в биотопе.

2. Отсутствие молодых гнезд и образования отводков.

3. Уменьшение численности муравейников (встречаются покинутые и погибшие).

4. Изменение формы куполов муравейников. Отсутствие роста гнезд. Купола приобретают более плоскую и плотную форму.

5. Снижение активности муравьев-фуражиров на дорогах.

6. Уменьшение числа деревьев с колониями тлей, посещаемых муравьями-трофобионтами.

7. Уменьшение размеров кормовых участков.

8. Заращение муравейников травянистой растительностью.

9. Нарушение температурного режима внутри гнезда в вегетационный период (оптимальная температура в здоровых муравейниках 26–29 градусов).

10. Влажный строительный материал внутреннего конуса и появление запаха пле-

сени (у здоровых муравейников – сильный запах муравьиной кислоты).

11. Нарушение ритмики жизненных процессов и сокращение числа генераций (в ненарушенных условиях семья выращивает одно поколение крылатых и 4–5 поколений рабочих).

12. У деградирующих семей, способных обеспечить кормовыми ресурсами молодь и взрослое население, в отдельные сезоны не продуцируется половое поколение крылатых.

Выражаю свою благодарность студентам ЛФ – Д. Васильеву, Р. Липову, Е. Поздняковой, Е. Емельяненко, П. Ильинскому, Э. Потемкиной, И. Сухойкину, которые приняли активное участие в сборе фактического материала, что позволяет им считать себя соавторами настоящей статьи.

Библиографический список

1. Длусский, Г.М. Муравьи рода *Formica* / Г.М. Длусский. – М.: Наука, 1967. – 233 с.
2. Захаров, А.А. Внутривидовые отношения муравьев / А.А. Захаров. – М.: Наука, 1972. – 215 с.
3. Захаров, А.А. Муравьи: жизнь в лесу / А.А. Захаров // Чтения памяти В.Н. Сукачева. КМК. – 2004. – С. 54–79.
4. Голосова, М.А. Эффективность воздействия муравьев *F. rufa* на дубовую зеленую листовертку / М.А. Голосова, А.А. Захаров // Лесоведение. – 1974. – № 1. – С. 39–42.
5. Зеликов, В.Д. Рекреация и продуктивность насаждений / В.Д. Зеликов, Л.А. Соколов // Вопросы лесовыращивания: сб. науч. тр. – Вып. 137. – 1981. – 169 с.
6. Goswald. Okoloqishe stadies uber die Ameisefanna des deitteren Maingebietier H.Z. wiss // Zool. A.1, 1932 – с. 1 – 156.

СТРОЕНИЕ ФИТОМАССЫ КРОН И ЕЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРАКЦИОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ДРЕВОСТОЯХ СОСНЫ, ПОДВЕРЖЕННЫХ АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ

А.А. МАРТЫНЮК

В условиях аэротехногенного загрязнения ассимиляционный аппарат, через который осуществляется газообмен растения с внешней средой, является наиболее уязвимым звеном растительного организма [8]. С деятельностью фотосинтезирующих органов связаны основные жизненно важные для рас-

тения функции, нарушение которых значительно снижает его устойчивость в стрессовых ситуациях. В связи с этим теоретический и практический интерес представляет изучение реакции фотосинтезирующих органов деревьев на промышленное загрязнение, позволяющее оценить величины количест-

венных изменений продуктивности лесных сообществ и понять направленность продукционных процессов в эмиссионных лесах и их взаимосвязь с устойчивостью экосистем к воздействию химических веществ. Для решения некоторой части этих вопросов были проведены исследования закономерностей изменения фитомассы крон, их фракционного состава и вертикально-фракционного распределения в древостое сосняков II-го класса возраста, подверженных на протяжении всей жизни хроническому воздействию эмиссий, преимущественно химической и нефтехимической промышленности.

С учетом закономерного снижения уровня загрязнения природных экосистем по градиенту расстояния от источников выбросов пробные площади (пр. пл.) для исследований закладывались в насаждениях разной степени ослабления, произрастающих в сходных условиях на различном удалении от предприятий (табл. 1). Поскольку фитомасса древостоев и ее фракционный состав зависят от возраста и густоты размещения деревьев в насаждении [6, 11, 12], то выбранные древостои на пробных площадях имели близкие относительные полноты (некоторое исключение составляет пр. пл. 29 – контроль) и возраст.

Насаждения сосны вблизи источников выбросов (пр. пл. 1 и 5) отличались сниженными показателями роста, запаса древесины и среднего изменения запаса древостоя, характеризовались сильной степенью ослабления эмиссиями. С увеличением расстояния от источников выбросов (пр. пл. 3 и 27) таксационные показатели и состояние древостоев заметно улучшались. Контрольные насаждения пр. пл. 26 и 29, расположенные на удалении 20 км от предприятий, имели

показатели роста и состояния древостоев, соответствующие фоновым величинам. Запасы фитомассы крон древостоев определялись с учетом положений, изложенных в работах [1, 3, 7, 10, 11, 13] и других исследователей, по модельным деревьям, подобранным как средние не только по диаметру и высоте, но и по протяженности и поперечнику крон, а также степени повреждения. На каждой пробной площади, начиная с третьей декады августа, обрабатывалось 15–17 моделей, распределенных по ступеням толщины пропорционально суммам площадей их сечений; кроме того учитывались самое тонкое и толстое деревья. При определении массы кроны дерева ее разделяли на три равные по протяженности части: верхнюю, среднюю и нижнюю; в каждой из них отдельно взвешивались охвоенные и неохвоенные ветви; из охвоенных частей отбирали навеску для определения процентного содержания фракций хвои всех возрастов, охвоенных побегов и побегов текущего года. С помощью полученных соотношений и через массу охвоенных частей рассчитывалась масса отдельных фракций в кроне.

Для определения процентного содержания сухого вещества и пересчета свежесрубленной массы фракций кроны в абсолютно сухую в трехкратной повторности брали образцы хвои всех возрастов, охвоенных и неохвоенных ветвей из каждой части кроны. Образцы всех видов высушивали до постоянного веса и взвешивали с точностью до 0,01 г.

Полученные данные о массе фракций отдельных деревьев на пробной площади выравнивались с использованием регрессионных уравнений, а затем через ряды распределения деревьев по ступеням толщины производили расчеты на 1 га насаждения [11].

Т а б л и ц а 1

Характеристика сосновых насаждений на пробных площадях

| Показатели | Пробные площади по возрастам древостоя | | | | | |
|-------------------------------|----------------------------------------|------|----------|--------|------|------|
| | 30 лет | | | 35 лет | | |
| | 1 | 5 | 3 | 27 | 26 | 29 |
| Состав | 10 С | 10 С | 10 С | 10 С | 10 С | 10 С |
| Класс бонитета | IV | IV | III – IV | III | III | III |
| Полнота | 1,20 | 1,30 | 1,16 | 1,30 | 1,24 | 1,09 |
| Запас, м ³ /га | 83 | 96 | 136 | 180 | 194 | 160 |
| Индекс состояния, баллы | 3,0 | 2,8 | 2,1 | 1,9 | 1,4 | 1,3 |
| Расстояние от предприятий, км | 1,0 | 1,7 | 7,0 | 6,0 | 21,0 | 20,0 |

Т а б л и ц а 2

Усредненная характеристика модельных деревьев, взятых для изучения вертикального распределения биомассы крон

| Диаметр ствола, см | Высота ствола, м | Класс Крафта | Размеры крон, длина/диаметр, м | Масса хвои, кг сухого состояния | | | | Масса ветвей, кг сухого состояния | | | |
|------------------------|------------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------|------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|-----|
| | | | | всего | 1-го года | 2-го года | 3-го, 4-го годов | всего | неохвоенных | охвоенные | |
| Пробная площадь 1 | | | | | | | | | | | |
| 7,5 | 6,0 | 2–3 | 2,8/2,3 | 1,1 | 1,0 | 0,1 | – | 1,7 | 1,4 | 0,3 | 0,2 |
| Пробная площадь 26, 29 | | | | | | | | | | | |
| 8,0 | 10,4 | 2–3 | 3,9/2,2 | 1,3 | 0,6 | 0,5 | 0,2 | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 0,2 |

Т а б л и ц а 3

Масса крон и ее компонентов в древостоях сосняков разной степени ослабления промышленными выбросами (ц сухого вещества на 1 га)

| Компоненты и фракции биомассы крон | Пробные площади по возрастам древостоя | | | | | |
|------------------------------------|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 30 | | | 35 | | |
| | 1 | 5 | 3 | 27 | 26 | 29 |
| Масса ветвей: | 76 | 102 | 95 | 104 | 116 | 67 |
| в т.ч. неохвоенных | 60 | 74 | 72 | 71 | 80 | 48 |
| охвоенных | 16 | 28 | 23 | 33 | 36 | 19 |
| из них побеги текущего года | 8 | – | 11 | 10 | 12 | 6 |
| Масса хвои: | 55 | 74 | 67 | 74 | 89 | 54 |
| в т.ч. 1-го года | 42 | 44 | 51 | 34 | 38 | 27 |
| 2-го года | 13 | 27 | 15 | 35 | 41 | 20 |
| 3-го года | 0,2 | 3 | 1 | 5 | 10 | 7 |
| 4-го года | – | – | 0,1 | – | 0,2 | 0,4 |
| Итого масса крон | 131 | 176 | 162 | 178 | 205 | 121 |

Т а б л и ц а 4

Фракционный состав биомассы крон древостоев сосны разной степени ослабления выбросами, %

| Компоненты и фракции надземной биомассы | Пробная площадь | | | | | |
|-----------------------------------------|-----------------|---------|------|------|------|------|
| | 1 | 5 | 3 | 27 | 26 | 29 |
| Крона в целом | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Ветви | 58,0 | 58,0 | 58,6 | 58,4 | 56,6 | 55,4 |
| в т.ч. неохвоенные | 45,8 | 42,0 | 44,4 | 39,9 | 39,0 | 39,7 |
| охвоенные | 12,2 | 16,0 | 14,2 | 18,5 | 17,6 | 15,7 |
| из них побеги текущего года | 6,1 | Не опр, | 6,8 | 5,6 | 5,8 | 5,0 |
| Хвоя: | 42,0 | 42,0 | 41,4 | 41,6 | 43,4 | 44,6 |
| в т.ч. 1 – го года | 32,1 | 25,0 | 31,5 | 19,1 | 18,5 | 22,3 |
| 2-го года | 9,9 | 15,3 | 9,2 | 19,7 | 20,0 | 16,5 |
| 3-го года | – | 1,7 | 0,6 | 2,8 | 4,8 | 5,8 |
| 4-го года | – | – | 0,1 | – | 0,1 | 0,3 |

Для изучения вертикально-фракционного распределения массы крон и выявления его отклонения при воздействии выбросов от нормального в двукратной повторности отбирались модельные деревья на пр. пл.1 (эксперимент) и пр.пл.26

(контроль). Выбранные модельные деревья относились ко 2–3 классам Крафта, имели близкие параметры крон, массу хвои и ветвей (табл. 2). Особенности вертикального распределения биомассы крон изучали по ее мутовкам [2].

Показатели охвоенности крон древостоев разного ослабления выбросами

| Соотношение | Пробные площади | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 5 | 3 | 27 | 26 | 29 |
| Масса охвоенных ветвей / общая масса ветвей | 0,21 | 0,27 | 0,24 | 0,32 | 0,31 | 0,28 |
| Масса охвоенных ветвей/ масса неохвоенных ветвей | 0,27 | 0,38 | 0,32 | 0,46 | 0,45 | 0,40 |
| Масса побегов текущего года / масса охвоенных ветвей | 0,50 | — | 0,48 | 0,30 | 0,33 | 0,31 |
| Масса хвои/ масса крон | 0,42 | 0,42 | 0,41 | 0,42 | 0,43 | 0,45 |
| Масса хвои/ масса ветвей | 0,72 | 0,73 | 0,70 | 0,71 | 0,77 | 0,80 |
| Масса хвои/ масса охвоенных ветвей | 3,4 | 2,6 | 2,9 | 2,2 | 2,5 | 2,8 |

Согласно произведенным расчетам, масса крон изучаемых древостоев колеблется с 121 до 205 ц/га и подвержена значительному изменению, что связано с широким диапазоном варьирования этого показателя в насаждениях (табл. 3). Так, в сильно ослабленном 30-летнем древостое пр.пл.1 масса его крон несколько ниже, чем в слабо ослабленном на пр. пл. 3. При этом ослабленный 35-летний древостой пр.пл.27 имеет большую массу крон, чем контрольный на пр. пл. 29, но меньшую – древостоя пр. пл. 26. Видимо, только при сильном повреждении выбросами можно ожидать существенное сокращение общей массы крон насаждений.

Масса ветвей кроны также сильно варьирует: в сильно ослабленных 30-летних древостоях пр.пл. 1 она ниже, чем в слабо ослабленном насаждении пр.пл. 3 (табл. 3). В 35-летних ослабленных (пр.пл. 27) и контрольных (пр.пл. 26) сосняках различия в массе ветвей менее существенны, а в древостое пр.пл. 29, отличающемся хорошим состоянием и ростом, этот показатель даже меньше.

С приближением к источникам выбросов доля ветвей в массе крон древостоев имеет слабо выраженную тенденцию к повышению, хотя различия в 2–3 % находятся в пределах ошибки измерений показателя и не могут считаться существенными (табл.4). По мере роста ослабленности древостоев отмечается увеличение на 5–7 % участия неохвоенных ветвей в составе массы крон, которое достигает максимума при наибольшем повреждении. Доля охвоенных ветвей и побегов текущего года в составе общей биомассы крон изменяется неоднозначно: в группе тридцатилетних древостоев минимальные значения наблюдаются при сильном ослаб-

лении (пр.пл.1), в группе тридцатипятилетних– на контроле (пр.пл.29) при отсутствии видимых признаков ослабления.

Вместе с тем, более детальное рассмотрение показывает, что масса охвоенных ветвей по отношению к неохвоенным имеет тенденцию к увеличению по мере улучшения состояния насаждений. Особенно следует подчеркнуть, что с ухудшением состояния насаждений доля однолетних побегов в массе охвоенных ветвей возрастает до 50 % против 30–33 % у слабо ослабленных и контроля (табл. 5).

Особое место в устойчивости лесных насаждений к аэротехногенному воздействию принадлежит ассимиляционному аппарату. В исследованных зеленомошниково-лишайниковых древостоях масса хвои колеблется в пределах 55–89 ц/ га сухого состояния (табл. 3), что согласуется с литературными данными [6]. Как и биомасса ветвей, изменение запасов хвои в насаждениях не имеет однозначных тенденций в связи с их ослаблением. В 30-летнем возрасте наименьшее количество ассимиляционной массы отмечается в сильно поврежденном древостое пр. пл. 1; в то же время сниженную массу хвои имеют и здоровые 35-летние сосняки пр.пл. 29. Повышенная масса хвои насаждений пр.пл. 5 связана с несколько более ранним периодом (вторая декада августа) ее учета.

Доля хвои в составе биомассы крон изученных древостоев составляет 41–45 % и несколько выше в 35-летних насаждениях по сравнению с 30-летними. Расчет соотношений между массой хвои и общей массой крон и массой ветвей показывает, что охвоенность крон сосняков снижается по сравнению с контролем (пр. пл. 29, 26), начиная со слабых степеней (пр. пл. 27, пр.пл.3) ослабления

выбросами (табл. 4). Такой вывод согласуется с отмеченной тенденцией сокращения соотношения массы охвоенных и массы неохвоенных ветвей по мере ухудшения состояния насаждений.

Известно, что продуктивность ассимиляции хвои связана с ее возрастом [4], поэтому определенный интерес представляют особенности распределения возрастного состава массы хвои в кронах насаждений разного ослабления. По нашим расчетам (табл. 3), с повышением ослабления древостоев в их кронах увеличивается масса хвои текущего года при снижении массы хвои старших возрастов. В наиболее ослабленных древостоях пр. пл. 1 полностью отсутствует хвоя третьего и четвертого лет жизни. Эти закономерности еще больше видны на примере фракционного состава массы крон древостоев: по мере увеличения степени их повреждения возрастает доля хвои текущего года при одновременном снижении доли хвои старших возрастов, особенно второго года жизни (табл. 4).

Продукционная способность ассимиляционных органов зависит не только от общей массы, но и соотношения между световой, промежуточной и теневой хвоей [9]. По некоторым данным [5], интенсивность фотосинтеза у световой двухлетней хвои сосны в 1,5–2 раза выше, чем теневой, при этом в неблагоприятных лесорастительных условиях особую жизненную важность приобретает хвоя старших возрастов. То есть при близкой общей массе хвои различные части крон деревьев имеют разные «физиологическую нагрузку» и соответствующую ей продукционную способность. В связи с этим важно знать не только общие закономерности вертикально-фракционного строения крон деревьев, имеющиеся в научной литературе [2, 3, 14], но и их изменения под влиянием аэротехногенного воздействия.

В результате исследований установлено, что у сильно ослабленных выбросами деревьев сосны на пр.пл. 1 наиболее развиты ветви в нижней части, слабее – в средней и очень слабо – в верхней части кроны (рис. 1). Масса неохвоенных ветвей увеличивается сверху вниз до 9-й мутовки и ниже несколько снижается; масса охвоенных ветвей наибольшая в

средней части кроны. Охвоение на вершине представлено только однолетними побегами. Около 2/3 охвоенных ветвей в целом по кроне составляют побеги текущего прироста.

У контрольных деревьев в достаточной степени развиты ветви в верхней части кроны, значительно возрастает биомасса охвоенных ветвей (рис. 2). Неохвоенные ветви появляются только на 4-ой мутовке. Масса охвоенных ветвей достигает максимума в средней части кроны, значительно снижаясь в нижней части. До 5-ой мутовки она почти в 3 раза превосходит таковую неохвоенных.

Значительное уменьшение охвоения в нижней части крон на контроле вызвано затенением со стороны соседних деревьев и хорошо развитых верхней и средней частей самих модельных деревьев. Масса побегов текущего года на контрольных деревьях в среднем составляет 1/3 общей массы охвоенных ветвей и достигает максимальных значений в средней части кроны (5–7 мутовки). В нижних слоях прирост побегов сильно подавлен влиянием окружающего древесного полога.

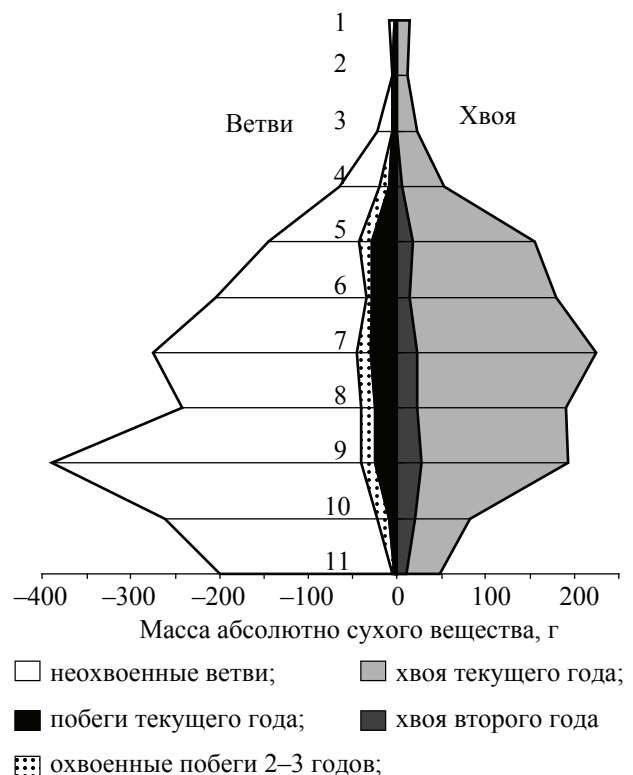


Рис. 1. Вертикальное распределение биомассы крон сильно ослабленных деревьев сосны на пр. пл. 1 (Дзержинский стационар, расстояние от источника выбросов 1 км)

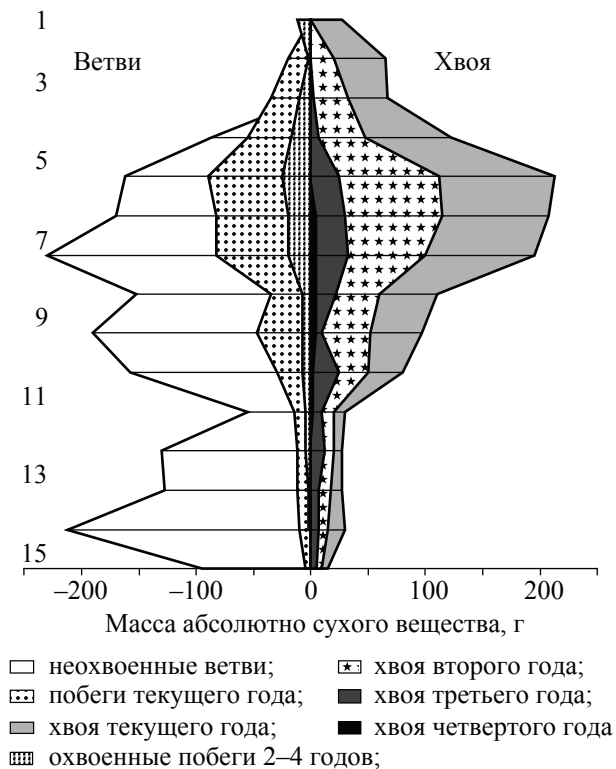


Рис. 2. Вертикальное распределение биомассы крон контрольных деревьев сосны на пр. пл. 26 (Дзержинский стационар, расстояние от источника выбросов 20 км)

У сильно ослабленных деревьев отмечается слабое охвоение вершин, а основная масса хвои сосредоточена в средней и верхней половине нижней части крон. У здоровых деревьев преобладающая масса хвои смещена, наоборот, в верхние части кроны. Продолжительность жизни хвои на средних деревьях пр.пл. 1 не превышает двух лет. Доминирует хвоя первого года, превышающая массу двухлетней в среднем в 9 раз. Хвоя второго года появляется только на 4-ой мутовке и достигает наибольшего значения по массе в нижней части кроны.

У контрольных деревьев хвоя живет 4 года, при этом четырехлетняя хвоя встречается на побегах в средней и нижней частях кроны. Наблюдается хорошая охвоенность верхних мутовок кроны, причем до 8-й мутовки масса хвои текущего года превышает массу двухлетней. Хвоя 3-го года имеет наибольшую массу в средней части кроны. В нижних ее слоях, находящихся в условиях слабой освещенности, массы однолетней, двулетней и трехлетней хвои выравниваются.

Таким образом, в условиях хронического загрязнения среды промышленными выбросами существенное сокращение биомассы крон сосновых древостоев, массы ветвей и хвои в них наблюдается только при сильном повреждении насаждений. По мере ослабления древостоев в составе охвоенных ветвей кроны увеличивается доля массы однолетних побегов. Снижение охвоенности крон древостоев обусловлено преждевременным опадом хвои старших возрастов, которое начинает проявляться даже при слабом повреждении насаждений. Несмотря на сниженную охвоенность крон, в сильно ослабленных древостоях на единицу массы охвоенных ветвей приходится больше хвои, чем на контроле.

Ослабление сосен при хроническом аэротехногенном воздействии промышленных выбросов происходит по вершинному типу и проявляется в уменьшении массы побегов и хвои верхних 4–5 мутовок кроны. У ослабленных деревьев усиливается значение нижней части кроны, где сосредоточено более половины массы однолетней и 2/3 массы двухлетней хвои. Наблюдаемое ослабление верхушек, ассимилирующих лучше затененных частей крон, может стать одной из причин снижения общей продуктивности древостоя.

Библиографический список

1. Абатуров, Ю.Д. Определение массы хвои у молодых деревьев сосны по средним побегам / Ю.Д. Абатуров, А.А. Матвеева // Лесоведение. – 1974. – № 2.
2. Воронков, Н.А. Влагооборот и влагообеспеченность сосновых насаждений / Н.А. Воронков. – М.: Лесная пром-сть, 1973. – 184 с.
3. Габеев, В.Н. Биологическая продуктивность лесов Приобья / В.Н. Габеев. – Новосибирск: Наука, 1976. – 170 с.
4. Лир, Х. Физиология древесных растений / Х. Лир, Г. Польстер, Г.И. Фидлер; пер. с нем. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 424 с.
5. Малкина, И.С. Фотосинтез сосны обыкновенной / И.С. Малкина // Лесоведение. – 1981. – № 4. – С. 83–89.
6. Мерзленко, М.Д. Биологическая продуктивность культур сосны обыкновенной в зависимости от густоты посадки / М.Д. Мерзленко, А.И. Гурцев // Лесоведение. – 1982. – № 2. – С. 85–88.
7. Молчанов, А.А. Методика изучения прироста древесных растений / А.А. Молчанов, В.В. Смирнов. – М., 1967. – 100 с.

8. Николаевский, В.С. Биологические основы газустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
9. Пинчук, А.М. Влияние густоты древостоя на развитие ассимиляционного аппарата сосны. Леса Подмосковья: материалы к биогеоценотическому изучению / А.М. Пинчук. – М.: Наука, 1965. – С. 115–131.
10. Родин, Л.Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот в основных типах растительности / Л.Е. Родин, Н.И. Базилевич. – М.-Л.: Наука, 1968. – 143 с.
11. Семечкина, М.Г. Структура фитомассы сосняков / М.Г. Семечкина. – Новосибирск: Наука, 1978. – 164 с.
12. Сироткин, Ю.Д. Фитомасса культур сосны разной исходной густоты / Ю.Д. Сироткин, П.В. Грук // Лесоведение и лесное хозяйство. – Минск, 1980. – С. 35–39.
13. Уткин, А.И. Вертикально-фракционное распределение фитомассы и принципы выделения биогоризонтов в лесных биогеоценозах / А.И. Уткин, Л.Г. Бязров, А.В. Дылис и др. // Бюллетень МОИП, отд. биол. 1969. – Т. XX IV. – Вып. I. – С. 85–100.
14. Уткин, А.И. Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов / Биологическая продуктивность лесов Поволжья / А.И. Уткин. – М.: Наука, 1982. – С. 59–72.

АДАПТАЦИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ СФЕРЫ ЕЛИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТООБИТАНИЯ

С.Н. ТАРХАНОВ,
А.Ф. НАДЕИН

Адаптивные возможности хвойных определяются по их ответным реакциям на внешнее воздействие. Методически исследования усложняются тем обстоятельством, что трудно вычлениить и оценить влияние природных и собственно техногенных факторов. Их совместное действие может усиливаться или ослабляться вследствие проявления синергизма или антагонизма. Известно, что под действием одного или нескольких стрессовых факторов растения испытывают комплексный адаптационный синдром.

Растения реагируют на стресс развитием устойчивости, что подразумевает биохимические, физиологические и морфологические изменения, требующиеся для снятия или ослабления стресса. Принято различать три основные стратегии устойчивости: 1) растение переносит стресс без существенных изменений; 2) растение противостоит стрессу с помощью подходящих защитных механизмов; 3) растение устраняет последствия стресса путем восстановления повреждений. Все стрессы в конечном счете изменяют направление биохимических реакций, формируя стрессовый метаболизм [1].

Целью настоящей работы является изучение ответных реакций ели на химическое загрязнение почвы компонентами отработанных буровых растворов в условиях северной тайги.

Исследования проведены в 2002–2004 гг. на Верхотинской площади месторождения алмазов им. В.П. Гриба в притундровых лесах (северная тайга) на юге Мезенского района Архангельской области.

Лесорастительные условия. Преобладающая высота над уровнем моря 100–120 м. Рельеф большей частью структурно-денудационный – повышенная плоская и волнистая равнина на палеозойских породах с маломощным покровом морены или водно-ледниковых отложений, которая сильно закарстована, с озами и озоподобными формами вытаявания в мертвом льду. Разлит ледниковый аккумулятивный тип рельефа – волнистая моренная равнина с ложбинами стока ледниковых вод.

По многолетним данным, среднегодовая температура воздуха $-0,7^{\circ}\text{C}$, в июле $+13,9^{\circ}\text{C}$, в январе $-14,0^{\circ}\text{C}$. Вегетационный период начинается 22–30 мая, период активной вегетации – 20 июня – 2 июля и продолжается соответственно 126 и 78 дней. Сумма активных температур 985°C . Безморозный период в воздухе наблюдается в течение 89 дней, на почве – 67 дней. Годовое количество осадков 475 мм, из которых 72 % приходится на апрель–октябрь. Снежный покров устанавливается в середине октября, его высота 68 см. Заморозки прекращаются 14 июня. Среднегодовая скорость ветра 2,4 м/с при господстве ветров с южной составляющей

(51 %), летом преобладают северные, зимой – южные ветры.

Развиты почвы нормального и кратковременного избыточного увлажнения: подзолы на суглинистой карбонатной и бескарбонатной морене, а также глееподзолистые, с покровом песков и супесей.

Было заложено 7 пробных площадей (ПП) на участках лесных ландшафтов, прилегающих непосредственно к производственной площадке, на действующей буровой и вне зоны техногенного воздействия (на значительном удалении – до 4 км от буровых), а также 14 ПП по «экологическому профилю» (от 150 м до 4,5 км от площадки месторождения) в Ручьевском лесничестве Мезенского лесхоза. Участки на месторождении представлены елово-березовыми насаждениями, генетически – ельниками черничными (ПП 1, 2, 3, 4к) и ельниками логовыми (разнотравными) (ПП 5к, 6, 7). Насаждения черничного типа занимают приозерный плоский увал с равнинной поверхностью, со слабым уклоном на северо-восток к озеру Черному. Проточность грунтовых вод слабая, создаются условия заболачивания. Древостой имеет неоднородное вертикальное и горизонтальное строение, смешанный по составу, с небольшой численностью деревьев (500–700 экз./га), состоит из *Picea obovata* Ledeb. x *P. abies* (L.) Karst., *Betula pubescens* Ehrh., *B. pendula* Roth. Насаждения находятся в стадии «спелости», разновозрастные, сомкнутого полога не образуют. В травяно-кустарничковом ярусе встречаются типичные бореальные растения, в подлеске – можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*), некоторые виды рода ива (*Salix*), карликовая береза (*Betula nana*), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*).

Ельники логовые представлены участками по лощинам в южной части кимберлитовой трубки с хорошо выраженными склонами, берущими начало непосредственно на месторождении и примыкающими к озеру Безымянному. Древесный ярус состоит из *P. obovata*, *B. pubescens* и характеризуется более или менее равномерным распределением деревьев по площади с умеренной численностью (до 700 экз./га). Древостой разновозрастный, вертикальная структура полога

разновысотная, но ярусность не выражена. Насаждения находятся в стадии спелости. Элементы мезорельефа создают сток грунтовых вод и осадков, хорошую проточность избыточного увлажнения на склонах. В травяно-кустарничковом покрове присутствуют типичные бореальные виды, в подлеске – ива, рябина, можжевельник, карликовая береза.

ПП «экологического профиля» в районе месторождения представляют еловые, елово-березовые, березовые и лиственничные насаждения брусничного, черничного и логового (травяного) типов леса. Древостой чаще смешанный по составу, с небольшой численностью деревьев, представленных разными возрастными генерациями. Имеет чаще неоднородное вертикальное и горизонтальное сложение, без ясно выраженной ярусности. В напочвенном покрове и подлеске – типичные бореальные виды.

На каждой ПП отбирали побеги с однолетней хвоей с 20 деревьев ели по методу случайной выборки с последующим формированием смешанных образцов и определением:

- концентрации фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов). Экстракцию пигментов осуществляли в 96 % этаноле. Оптическую плотность раствора измеряли на фотоколориметре КФК-3 при 665; 649; 440,5 нм. [2];

- активности окислительного фермента пероксидазы методом А.Н. Бояркина [3] по скорости реакции окисления бензидина до образования синего продукта и достижения оптической плотности раствора 250 нм;

- содержания свободного пролина по реакции с нингидрином, дающим розово-красную окраску с пролином в толуоле. Определение концентрации пролина при длине волны 490 нм [10];

- уровня рН гомогената на рН-метре лабораторном «Delta 320» (фирма Mettler) после растирания навески с дистиллированной водой. Время гомогенизации и снятия отсчета значения рН было одинаково для всех образцов.

Шлам отработанных буровых растворов проанализирован в соответствии с рекомендованными методиками определения нефтепродуктов на приборе АН-1.

Содержание химических элементов в шламе

| Пределы содержания, мг/кг | | | | | | | |
|---------------------------|------------|----|-----------|----|------------|----|------------|
| As | 0,5–2,2 | Ni | 0,1–78,0 | Sr | 0,6–83,0 | V | 0,05–19,0 |
| Fe | 0,5–18000 | Zn | 0,41–22,0 | Al | 0,1–5500 | Ti | 0,05–22,0 |
| Mn | 1,0–550 | Mo | 0,05–0,23 | Ba | 2,1–68,0 | Sb | <0,5 |
| Cd | 0,002–0,38 | Pb | 0,23–7,5 | Be | 0,002–0,37 | Si | 0,5–650 |
| Cu | 0,2–39,0 | Se | <0,5 | Co | 0,01–6,5 | Hg | 0,001–0,07 |

Исследование солевого режима шлама проведено катионно-анионным анализом водной вытяжки из пробы шлама.

Определение количества валового содержания химических элементов проводилось на атомно-абсорбционном спектрометре фирмы PERKIN ELMER модели 302 и на специализированном приборе для измерения ртути ЮЛИЯ-2.

Все материалы исследований обработаны статистически с использованием корреляционного дисперсионного анализа. Для сравнения одноименных функциональных признаков применяли критерии Стьюдента и Фишера. Ошибка репрезентативности не превышала 5 %, вычисления проводили с использованием компьютерных программ Excel, Statistica 6.

Источники химического загрязнения. Нефтепродукты. Разница между количеством нефтепродуктов в пробе, определенном в экстракте до (160 мг/кг) и после колонки с окисью алюминия (130 мг/кг), характеризует присутствие полярных (кислородосодержащих) соединений, т.е. является показателем окисления нефтепродуктов. Наибольшая разница между величинами содержания нефтепродуктов в образце до и после колонки с окисью алюминия свидетельствует о наибольшей степени деструкции нефтепродуктов в нем. *Солевой режим шлама:* сумма минеральных веществ – 74,20; сухой остаток – 1170 мг/л; жесткость – 0,5; щелочность –1,9; рН– 9,7; органолептические свойства: мутность – прозрачная; цветность – светло-коричневая; СПАВ < 0,05. *Элементный состав:* результаты анализа шлама от 6 скважин приведены в табл. 1. В соответствии с [4] на основании полученных результатов анализа рассчитанное значение суммарного индекса токсичности $K > 30$, т.е. шлам мало опасен, класс токсичнос-

ти IV. *Сбрасываемые подземные воды:* состав вод гидрокарбонатный, магниевый-кальциевый с минерализацией до 0,3 г/л.

При определении состояния растительности часто используется в качестве диагностического признака содержание пластидных пигментов, участвующих в поглощении и сенсбилизации света, поддержании фотосинтетической деятельности организма на уровне, обеспечивающем нормальную работу всех его звеньев, из которых ведущее место принадлежит хлорофиллу. В то же время этот пигмент наиболее уязвим при экологических стрессах. Каротиноиды (каротин, лютеин, виолаксантин, неаксантин и др.) как вспомогательные пигменты непосредственно в фотохимических реакциях не участвуют, а передают энергию электронного возбуждения на молекулу хлорофилла. Поглощая свет в иной от хлорофилла области солнечного света (в синей), они тем самым увеличивают объем поглощаемой зеленым листом солнечной энергии. Выявлено, что каротиноидные пигменты в зеленом листе кроме поглощения солнечной энергии выполняют роль защиты хлорофилла от различного рода неблагоприятных факторов (фотоокисления в результате некоторых химических и биологических воздействий). При слабом неповреждающем влиянии токсических веществ у древесных растений наблюдается новообразование хлорофиллов, при сильном – торможение образования и разрушение пигментов [5–7].

Реакция растений на экстремальные условия среды сопряжена с качественными и количественными изменениями ферментов.

Повышение активности пероксидазы многими авторами рассматривается как индикатор стрессового состояния растений при воздействии различных повреждающих факторов [8].

**Статистические показатели концентрации фотосинтетических пигментов
однолетней хвои древостоев ели (3-я декада августа 2003 г., $n = 10$)**

| № ПП | Пигменты, мг /г сырой массы | Статистические показатели | | | | | | |
|---------|--------------------------------|---------------------------|-------|-----------|------|-----------|---------------|---------|
| | | min | max | \bar{x} | S | $C.V$, % | $S_{\bar{x}}$ | P , % |
| 1 | Xa | 0,311 | 0,363 | 0,344 | 0,01 | 4,3 | 0,005 | 1,4 |
| | Xb | 0,127 | 0,189 | 0,153 | 0,02 | 11,3 | 0,005 | 3,6 |
| | $Xa + b$ | 0,438 | 0,552 | 0,497 | 0,03 | 6,2 | 0,010 | 2,0 |
| | Xk | 0,123 | 0,145 | 0,136 | 0,01 | 4,9 | 0,002 | 1,6 |
| | $Xa + b + k$ | 0,561 | 0,687 | 0,633 | 0,03 | 5,4 | 0,011 | 1,7 |
| 2 | Xa | 0,261 | 0,313 | 0,277 | 0,02 | 5,7 | 0,005 | 1,8 |
| | Xb | 0,093 | 0,182 | 0,123 | 0,03 | 22,4 | 0,009 | 7,1 |
| | $Xa + b$ | 0,363 | 0,496 | 0,400 | 0,04 | 10,5 | 0,013 | 3,3 |
| | Xk | 0,101 | 0,110 | 0,106 | 0,00 | 3,1 | 0,001 | 1,0 |
| | $Xa + b + k$ | 0,467 | 0,606 | 0,506 | 0,04 | 8,4 | 0,014 | 2,7 |
| 3 | Xa | 0,315 | 0,370 | 0,344 | 0,02 | 4,4 | 0,005 | 1,4 |
| | Xb | 0,156 | 0,205 | 0,182 | 0,02 | 9,6 | 0,006 | 3,1 |
| | $Xa + b$ | 0,511 | 0,549 | 0,526 | 0,01 | 2,6 | 0,004 | 0,8 |
| | Xk | 0,110 | 0,132 | 0,121 | 0,01 | 5,6 | 0,002 | 1,8 |
| | $Xa + b + k$ | 0,632 | 0,668 | 0,647 | 0,01 | 1,9 | 0,004 | 0,6 |
| 4к | Xa | 0,260 | 0,293 | 0,278 | 0,01 | 4,1 | 0,004 | 1,3 |
| | Xb | 0,123 | 0,167 | 0,138 | 0,01 | 10,4 | 0,005 | 3,3 |
| | $Xa + b$ | 0,388 | 0,447 | 0,416 | 0,02 | 4,1 | 0,005 | 1,3 |
| | Xk | 0,097 | 0,117 | 0,108 | 0,01 | 6,5 | 0,002 | 2,0 |
| | $Xa + b + k$ | 0,494 | 0,547 | 0,523 | 0,02 | 3,2 | 0,005 | 1,0 |
| 5к | Xa | 0,261 | 0,287 | 0,274 | 0,01 | 3,2 | 0,003 | 1,0 |
| | Xb | 0,081 | 0,140 | 0,117 | 0,02 | 16,4 | 0,006 | 5,2 |
| | $Xa + b$ | 0,342 | 0,427 | 0,391 | 0,03 | 7,0 | 0,009 | 2,2 |
| | Xk | 0,110 | 0,117 | 0,114 | 0,00 | 2,0 | 0,001 | 0,6 |
| | $Xa + b + k$ | 0,456 | 0,544 | 0,505 | 0,03 | 5,7 | 0,009 | 1,8 |
| 6 | Xa | 0,321 | 0,356 | 0,327 | 0,01 | 3,2 | 0,003 | 1,0 |
| | Xb | 0,153 | 0,181 | 0,162 | 0,01 | 5,4 | 0,003 | 1,7 |
| | $Xa + b$ | 0,477 | 0,537 | 0,489 | 0,02 | 3,6 | 0,006 | 1,1 |
| | Xk | 0,100 | 0,140 | 0,109 | 0,01 | 10,9 | 0,004 | 3,4 |
| | $Xa + b + k$ | 0,582 | 0,652 | 0,598 | 0,02 | 3,8 | 0,007 | 1,2 |
| 7 | Xa | 0,263 | 0,281 | 0,273 | 0,01 | 2,5 | 0,002 | 0,8 |
| | Xb | 0,108 | 0,138 | 0,128 | 0,01 | 6,9 | 0,003 | 2,3 |
| | $Xa + b$ | 0,372 | 0,419 | 0,401 | 0,01 | 3,7 | 0,005 | 1,2 |
| | Xk | 0,100 | 0,112 | 0,106 | 0,01 | 4,8 | 0,002 | 1,6 |
| | $Xa + b + k$ | 0,472 | 0,531 | 0,506 | 0,02 | 3,8 | 0,006 | 1,3 |

Примечание: n – количество определений, min, max – минимальное и максимальное значения, \bar{x} – среднее значение, S – стандартное отклонение, $C.V$ – коэффициент вариации, $S_{\bar{x}}$ – ошибка среднего значения, P – точность опыта; Xa – хлорофилл «а», Xb – хлорофилл «б», Xk – каротиноиды, $Xa + b + k$ – сумма пигментов.

Отмечается увеличение активности пероксидазы в листьях при отсутствии видимых симптомов повреждений у некоторых видов древесных растений. С увеличением некротических участков листьев активность ферментов снижается. Активность пероксидазы возрастает по мере накопления в хвое сосны серы, меди, никеля, кадмия. Анализируемые физиолого-биохимические показатели не

исчерпывают все особенности метаболизма ели, но позволяют судить об ассимиляционной активности и иммунитете ели к действию стрессовых факторов.

Были рассмотрены данные по динамике физиолого-биохимических показателей хвои ели в экстремальных климатических условиях (притундровые леса) при воздействии химического загрязнения почвы в течение десяти лет.

Относительные величины пигментного комплекса однолетней хвой ели в фоновых условиях (1-я декада 2004 г.)

| № пп | Тип условий местопроизрастания | Расстояние до буровой, км | Отношение X_a / X_b | Отношение $X_a + b / X_k$ |
|------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 220 | брусничный | 1480 | 2,76 | 4,74 |
| 221 | -//- | 1220 | 2,65 | 3,89 |
| 222 | -//- | 830 | 2,85 | 3,89 |
| 225 | черничный | 370 | 2,21 | 4,16 |
| 226 | брусничный | 700 | 2,34 | 3,80 |
| 229 | -//- | 700 | 2,57 | 4,55 |
| 231 | -//- | 1590 | 2,34 | 4,04 |
| 232 | черничный | 220 | 1,99 | 4,04 |
| 233 | лог | 750 | 2,55 | 4,19 |
| 235 | брусничный | 4150 | 2,07 | 4,51 |
| 237 | -//- | 3480 | 2,39 | 4,11 |
| 238 | -//- | 3520 | 2,23 | 4,25 |
| 241 | черничный | 670 | 2,68 | 3,61 |
| 240 | -//- | 340 | 2,39 | 3,71 |

На групповом уровне (между пробными площадями) на территории от 10^{-2} до 10 км^2 установлено увеличение концентрации пластидных пигментов, особенно хлорофилла ($P < 0,001$), в ельнике черничном рядом с буровой (ПП 1,3) по сравнению с контролем (ПП 4к), а также в ельнике логовом в направлении стока отработанного бурового раствора (ПП 6) по сравнению с контрольным участком (ПП 5к), согласно табл. 2.

По экологическому профилю довольно четко прослеживается повышение концентрации хлорофиллов «a+b» и общего содержания фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) однолетней хвой ели в насаждениях черничного типа по мере приближения к промплощадке месторождения от 670 до 220 м. Следовательно, имеет место стимулирующее действие буровых растворов на пигментный комплекс однолетней хвой ели в данных условиях произрастания. Новообразование пигментов происходило в основном за счет увеличения содержания хлорофилла (табл. 3).

Это позволяет говорить об увеличении содержания хлорофилла в реакционных центрах фотосистем, в состав которых входит хлорофилл «a», и процессах перестройки светособирающего комплекса у хвой ели с увеличением доли хлорофиллов в нем. Различия в общем содержании фотосинтетических

пигментов, хлорофилла «a» и «b», каротиноидов однолетней хвой ели в насаждениях черничного типа, произрастающих вблизи промплощадки (пробная площадь 232), достоверны на 5 %-м уровне значимости по сравнению с другими участками ели (на большем удалении от буровой). Изменение отношения (хлорофиллы/каротиноиды) у древесных растений в зоне техногенного воздействия указывает на то, что токсиканты воздействуют не только на количественную, но и качественную сторону фотосинтеза, изменяя процессы поглощения и сенсбилизации (преобразования) лучистой энергии. Повышение концентрации каротиноидов можно рассматривать как приспособительную реакцию фотосинтетических пигментов на техногенное воздействие.

Таким образом, повышенное накопление пластидных пигментов в хвое ели по мере приближения к промплощадке месторождения в насаждениях черничного типа можно рассматривать как приспособительную реакцию и развитие компенсаторных механизмов, направленных на противодействие техногенному стрессу. Пигменты, таким образом, играют роль защитных веществ, препятствующих возникновению более глубоких повреждений фотосинтетического аппарата. Но при этом приспособительная реакция ели на техногенное воздействие возможна лишь в определенных лимитах,

превышение которых может подавлять адаптационные процессы. В нашем случае это имеет место в отношении насаждений ели, произрастающих в ложине вблизи промплощадки, где наблюдается торможение и разрушение пигментов хвои.

Особую роль при адаптации растений к стрессам отводят аминокислотам, которые представляют в растении небелковую форму азота и играют важную роль в метаболизме, участвуя в синтезе ферментов, белков, органических кислот. Изменение их содержания позволяет оценить соотношение процессов синтеза и распада белков при воздействии фитотоксикантов. На увеличение доли общего содержания аминокислот, в том числе пролина, в условиях техногенного загрязнения указывают многие авторы [9]. Аккумуляция пролина считается типичным стрессовым ответом растений на воздействие различных факторов при водном и солевом стрессах.

Многие исследователи отмечают повышение содержания пролина при действии

поллютантов различного происхождения и отсутствии видимых симптомов поврежденных растений при воздействии концентрации ртути [11]. Дополнительное внесение в почву тяжелых металлов приводит к повышенному содержанию свободного пролина в хвое сосны. Предлагается исследовать его в качестве неспецифического индикатора стрессового состояния древесных растений вообще.

По нашим данным, при видимых симптомах ослабления деревьев отмечено устойчивое снижение (по разным повторностям опыта) на пробных площадях ПП 6, 7 (ложина), по сравнению с контролем (ПП 5к). Повышение концентрации пролина в ельнике черничном, произрастающем по границе с производственной базой месторождения, у буровой (ПП 2, 3) по сравнению с контролем (ПП 4к) может свидетельствовать о перестройке в белковом комплексе и развитии защитных реакций деревьев в ответ на умеренное воздействие техногенных факторов (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Концентрация свободного пролина в однолетней хвое древостоев ели

| № пп | Содержание пролина, мкг/г сыр. в-ва | | | |
|------|-------------------------------------|-------|-------|------------------|
| | повторности | | | среднее значение |
| 1 | 70,5 | 152,4 | 64,4 | 95,77 |
| 2 | 28,3 | 25,1 | 56,6 | 36,67 |
| 3 | 40,8 | 74,6 | 161,7 | 92,38 |
| 4к | 37,1 | 10,7 | 18,6 | 22,16 |
| 5к | 41,3 | 33,0 | 35,7 | 36,67 |
| 6 | 23,7 | 14,9 | 26,0 | 21,54 |
| 7 | 12,6 | 20,5 | 18,6 | 17,22 |

Т а б л и ц а 5

Коэффициенты корреляции физиолого-биохимических показателей с содержанием химических элементов в однолетней хвое ели (n=15)

| Элемент | pH | Per | Xa | Xb | Xa+b | Xk | Xa+b+k | Xa/Xb | Xa+b/Xk |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Зол. | 0,213 | 0,139 | -0,013 | 0,403 | 0,171 | 0,099 | 0,166 | -0,569 | 0,082 |
| Cu | 0,253 | 0,021 | -0,181 | 0,152 | -0,045 | 0,100 | -0,014 | -0,341 | -0,223 |
| Zn | 0,057 | 0,427 | 0,147 | 0,409 | 0,275 | 0,004 | 0,233 | -0,480 | 0,357 |
| Ni | 0,514 | 0,034 | -0,144 | -0,196 | -0,196 | -0,177 | -0,033 | -0,154 | -0,221 |
| Hg | 0,264 | 0,033 | -0,312 | 0,125 | -0,136 | -0,173 | -0,148 | -0,442 | 0,036 |
| Ti | 0,139 | 0,358 | 0,335 | -0,113 | 0,156 | -0,004 | 0,131 | 0,443 | 0,221 |
| Cr | -0,099 | 0,140 | 0,182 | 0,343 | 0,266 | 0,177 | 0,261 | -0,352 | -0,109 |
| Sr | 0,043 | 0,453 | 0,160 | 0,488 | 0,315 | 0,453 | 0,359 | -0,515 | -0,202 |
| Ba | 0,058 | -0,042 | 0,090 | 0,111 | 0,107 | 0,061 | 0,102 | -0,166 | 0,067 |
| B | -0,582 | -0,110 | 0,338 | 0,471 | 0,420 | 0,016 | 0,356 | -0,448 | 0,564 |
| Pb | 0,413 | -0,152 | -0,496 | -0,058 | -0,331 | -0,177 | -0,312 | -0,331 | -0,249 |
| Mn | -0,167 | -0,031 | 0,165 | 0,527 | 0,337 | 0,352 | 0,357 | -0,613 | -0,034 |

Корреляции физиолого-биохимических показателей однолетней хвой ели с содержанием химических элементов неоднозначны (табл. 5). Например, зависимость концентрации пластидных пигментов и активности пероксидазы от накопления такого токсиканта, как свинец, имеет обратный характер, а биофильного элемента цинка положительный. Зависимость рН хвой ели от содержания никеля и свинца положительна, а бора – отрицательна. Отмечено повышение содержания хлорофиллов в хвое при увеличении концентрации в хвое бора и марганца. Отношение содержания хлорофилла «а» к хлорофиллу «b» снижается с увеличением концентрации почти всех рассматриваемых элементов за исключением титана.

Можно полагать, что при сравнительно длительном (не менее десяти лет) химическом загрязнении почвы отработанными буровыми растворами (нефтепродуктами, ароматическими углеводородами, тяжелыми металлами и др.), а также, возможно, и в воздействии сбрасываемых минерализованных подземных вод (солей) в условиях крайне северной тайги (притундровые леса) ель (*Picea obovata* Ledeb. х. *P. abies* (L.) Karst) реагирует на стресс развитием устойчивости, что подразумевает физиолого-биохимические изменения, требующиеся для снятия или ослабления стресса.

Из трех основных стратегий устойчивости, вероятнее всего, при такого рода стрессе действует наиболее распространенная стратегия – выработка защитных механизмов, связанных с изменением в метаболизме ели. Химическое загрязнение почвы на локальном уровне в течение ряда лет изменяет направление биохимических реакций, формируя стрессовый метаболизм [1]. Этот тип механизма связан как с генетической адаптацией, так и является приспособительным, поскольку формируется под влиянием стресса и природных факторов. Известно, что в условиях Севера растения характеризуются сравнительно низкой биологической продуктивностью и малым ко-

личеством вовлеченного в биологический круговорот вещества и энергии, а следовательно, повышенной чувствительностью к длительному действию техногенных факторов. Учитывая также, что географические формы (климатипы) наследуют различные признаки и свойства, в данном случае можно говорить о неспецифических реакциях приморско-мезенского климатипа ели в ответ на действие химического загрязнения лесных почв буровыми растворами.

Библиографический список

1. Судачкова, Н.Е. Состояние и перспективы изучения влияния стрессов на древесные растения / Н.Е. Судачкова // Лесоведение. – 1998. – № 2. – С. 3–9.
2. Шлык, А.А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биологические методы в физиологии растений / А.А. Шлык. – М.: Наука, 1971. – С. 154–170.
3. Бояркин, А.Н. Быстрый метод определения активности пероксидазы / А.Н. Бояркин // Биохимия. – 1951. – Вып. 1. – № 4. – С. 352–357.
4. Временный классификатор токсичных промышленных отходов. – М.: Минздрав СССР. Инструкция № 4286-87, 1987.
5. Гирс, Г.И. Физиология ослабленного дерева / Г.И. Гирс. – Новосибирск: Наука, 1982. – 255 с.
6. Гетко, Н.В. Растения в техногенной среде / Н.В. Гетко. – Минск: Наука и техника, 1989. – 208 с.
7. Коршиков, И.И. Адаптация растений к условиям техногенного загрязнения среды / И.И. Коршиков. – Киев: Наук. думка, 1996. – 238 с.
8. Рачковская, М.М. Изменение активности некоторых оксидаз как показатель адаптации растений к условиям промышленного загрязнения / М.М. Рачковская, Л.О. Ким // Газоустойчивость растений. – Новосибирск, 1980. – С. 117–126.
9. Кудашева, Ф.Н. Накопление пролина у хвойных под влиянием дефицита влаги / Ф.Н. Кудашева // Проблемы физиологии и биохимии древесных растений: тез. докл. всес. конф. – Петрозаводск. – 1989. – С. 67–68.
10. Bates L.S., Waldren R.P., Teare J.D. Rapid determination of free proline for water-stress studies // Plant and Soil. -1973.- Vol.39.- N1.- P.205-206.
11. Ferria C., Lopes Viera C., Azevedo H., Caldeira G. The effects of high levels of Hg on senescence, proline accumulation and stress enzymes activities of maize plant // Agrochimica.- 1998. -Vol. 42.- N 5. P. 208–218.

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ КОЛЛОИДОВ

Г.Н. ФЕДОТОВ

Почва – незаменимое достояние и источник богатства человечества. Именно она является важнейшим условием жизни всех растений, животных и микроорганизмов, обитающих на суше земного шара. Только при поверхностном взгляде почва кажется однообразным и малоинтересным объектом. В действительности же ее мир более разнообразен и удивителен, чем мир растений и животных, минералов и горных пород, так как почва является средой обитания биоты, включает в состав косные материалы и возникает в результате взаимодействия между ними.

Твердая фаза почв представляет собой первичные и вторичные минералы, а также нерастворимое в воде органическое вещество. Размеры частиц твердой фазы почв чрезвычайно разнообразны от единиц нанометров (коллоидные частицы вторичных минералов и гуминовых кислот) до сантиметров (камни). Из твердых частиц образуется структура, часть пор которой в природе заполнена жидкостью, называемой почвенным раствором, а другая часть – почвенным воздухом, значительно отличающимся по составу от воздуха атмосферы. В основе существующих представлений о строении и функционировании почв лежит трехфазная модель, которая носит название «физической модели почв».

Почва представляет собой систему с многоуровневой структурной организацией. Выделяют, в частности, уровни: молекулярно-ионный, текстурный, почвенной структуры, почвенного горизонта и т.д. Однако в классификации среди изучаемых уровней организации почв отсутствует наноуровень. Считается, что коллоидные частицы существуют в почвах в виде двух коллоидных систем: плотных гелей на поверхности относительно крупных почвенных частиц и в виде органических и неорганических коллоидных частиц в почвенном растворе. Как следствие, из-за отсутствия четких представлений о наноструктурной организации почв во многих случаях при экспериментальном изучении применяют упрощенный подход, рассматри-

вая почву не как систему, а как набор частиц различных, в том числе и коллоидных размеров.

В исследованиях наноструктурной организации почв мы попытались применить системный подход, основой которого, как известно, является изучение характера целостности систем – природы связей в них.

С самого начала вызывали сомнения положения о возможности существования в почвах только двух типов коллоидных систем – зелей и плотных гелей (рис. 1, а). Ведь согласно существующим теориям, описывающим процессы гелеобразования в гетерогенных коллоидных системах, в них, кроме плотных гелей, предполагается существование ажурных гелевых структур (рис. 1, б), возникающих при непосредственном контакте коллоидных частиц, а также периодических коллоидных структур, в которых коллоидные частицы фиксируются на расстоянии друг от друга в энергетических минимумах, возникающих за счет баланса дальнедействующих сил (рис. 1, в).

Большие сомнения вызвал принимаемый в качестве аксиомы факт существования гуминовых кислот только в виде коллоидных частиц. В химии полимеров хорошо известно, что макромолекулы могут существовать в растворе как в свернутой конформации в виде коллоидных частиц (глобул), так и в определенных условиях, взаимодействуя между собой, образовывать непрерывные, пронизывающие весь раствор молекулярные сетки – студня (рис. 1, г).

В почвах содержатся как коллоидные частицы, так и органические макромолекулы, поэтому нельзя исключить возможности существования в них комбинации студней с коллоидными частицами органической и неорганической природы – армированных студней (рис. 1, д).

Совершенствование с этих позиций «физической модели почв», то есть изменение восприятия гелей, покрывающих почвенные частицы, как плотных систем, меняет не

только представление о самих гелях, но и о почвенном растворе. Все вышеперечисленные гелевые структуры, не рассматриваемые раньше в почвоведении, способны включать в состав большие количества дисперсионной среды. Наличие гелевых структур на поверхности твердых почвенных частиц позволяет предположить, что они могут взаимодействовать с водой, набухать, включая ее в состав. В этом случае почвенный раствор может представлять собой уже не свободный раствор, а структурированную коллоидную систему, являясь составной частью

гелевых структур с совершенно другими свойствами.

По аналогии с поведением подобных систем, известных в химии, при высушивании почв гелевые структуры, содержащие почвенный раствор, должны сжиматься, примыкая к поверхности почвенных частиц, а при добавлении воды в сухие почвы – набухать (рис. 2). Однако набухание сжавшегося геля не может происходить мгновенно, поэтому сразу после добавления воды сжавшийся гель примыкает к стенкам почвенных пор и добавленная вода остается свободной (состояние 1).

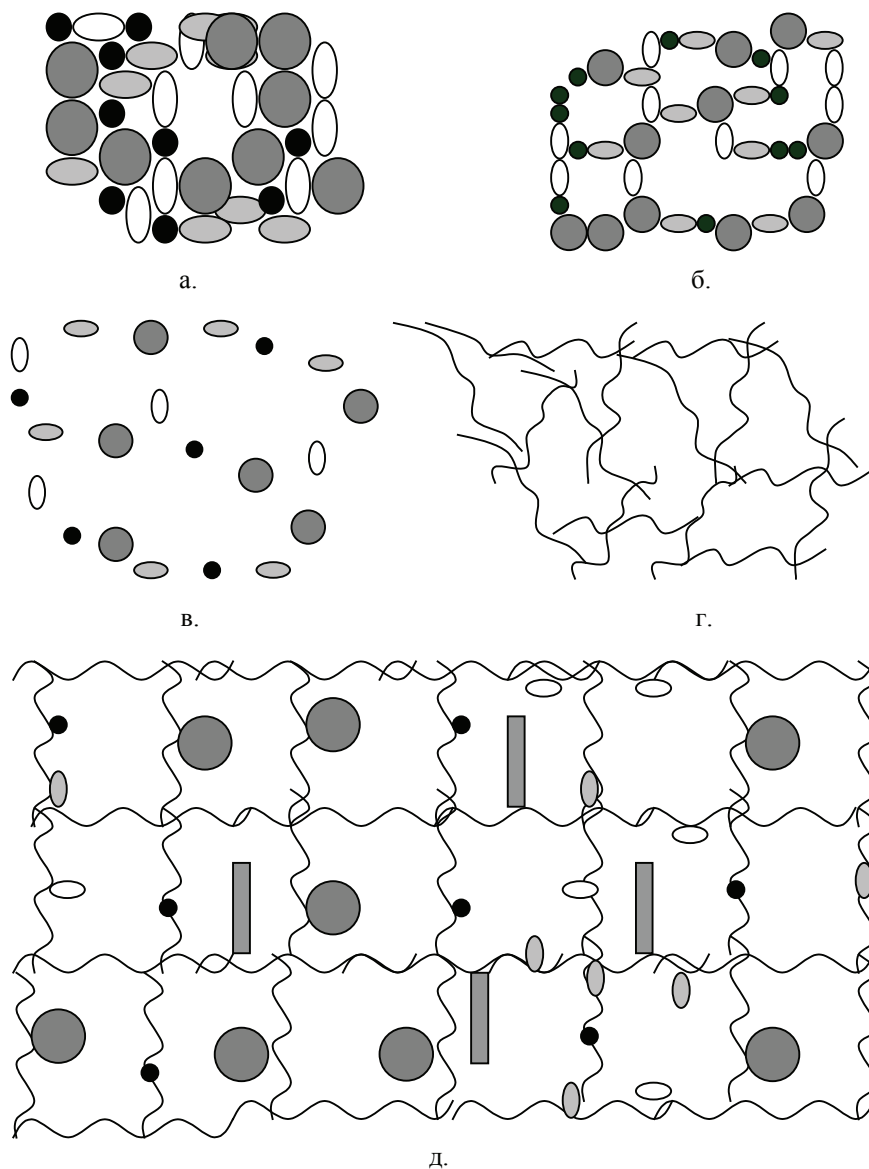


Рис. 1. Типы гелевых структур, которые могут существовать в почвах. Различные геометрические фигуры обозначают коллоидные частицы различных веществ: а. Плотные пленки-гели; б. Ажурные гелевые структуры; в. Периодические коллоидные структуры; г. Гумусовый студень; д. Армированный коллоидными частицами гумусовый студень

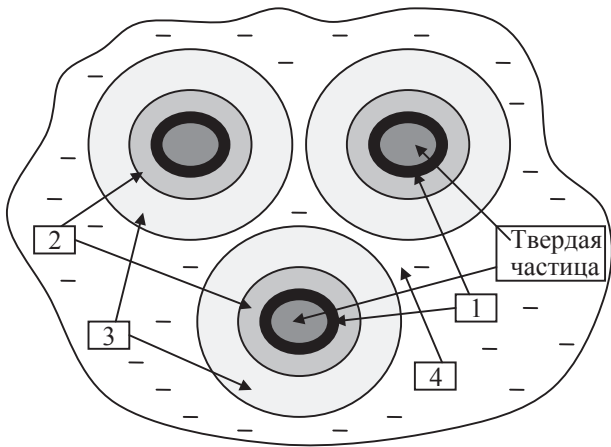


Рис. 2. Схема изменения геля при взаимодействии с водой: 1 – сжатый гель; 2, 3 – набухший гель; 4 – почвенная влага

При контакте геля с водой происходит постепенное поглощение воды и набухание геля (состояние 2 и 3), вплоть до полной закупорки пор гелем. Фактически после попадания воды в сухую почву происходят одновременно два процесса – стекание воды под действием гравитационных сил и поглощение воды почвенным гелем при его набухании и, таким образом, закрепление воды в почве. Наступающее равновесие по содержанию воды в почве при прохождении этих процессов характеризуется такой почвенной гидрофизической характеристикой, как наименьшая влагоемкость. Состав раствора, попавшего в почвенную пору, его температура, состояние, в котором находится гелевая структура, должны оказывать влияние как на скорость заполнения пор гелем, так и на степень предельного расширения гелевых структур и свойства образующихся структур. Все эти факторы должны оказывать влияние и на свойства почв. Свойства почв от времени, прошедшего после добавления воды в сухие почвы, в связи с изменением соотношения между структурированным и свободным почвенными растворами должны изменяться.

Для проверки выдвинутого предположения были изучены около двух десятков различных почвенных свойств в зависимости от времени, прошедшего после добавления воды в сухие почвы. Во всех случаях свойства почв непрерывно изменялись, подтверждая поглощение свободного почвенного раствора набухающим гелем. Рассмотрим в качестве примера некоторые из них.

Одними из важнейших свойств, характеризующих гелеподобные системы, являются их структурно-механические свойства. Изменения структурно-механических свойств почв от времени, прошедшего после добавления воды в сухие почвы, должны подтвердить или опровергнуть наличие в почвах набухающих гелевых структур.

Использовали образцы, взятые из гумусовоаккумулятивных горизонтов дерново-подзолистой почвы и кубанского выщелоченного чернозема, увлажненные до содержания влаги, соответствующего пластичному и вязко-пластичному состояниям. Для дерново-подзолистой почвы эти состояния отвечали содержанию влаги 25 % и 28 %, для чернозема – 31 % и 40 % соответственно.

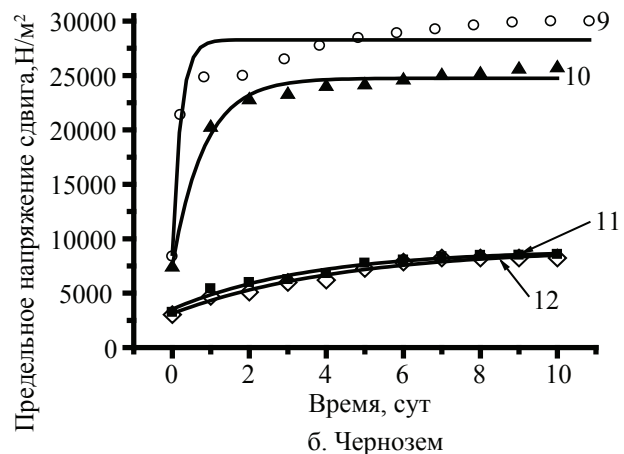
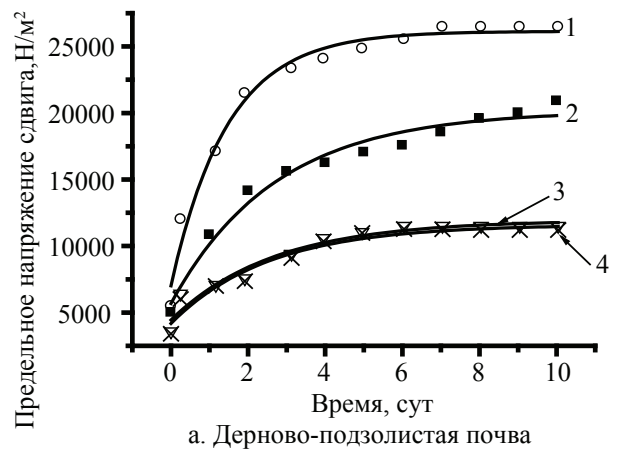


Рис. 3. Изменение предельного напряжения сдвига дерново-подзолистой почвы от времени, прошедшего после добавления воды (а), в образцах влажностью 25 % (1 и 2) и 28 % (3 и 4), и чернозема (б) в образцах влажностью 31 % (9 и 10) и 40 % (11 и 12), часть из которых была прогрета при температуре 90 °С в течение 3 часов (2, 4 и 10, 12)

Предельное напряжения сдвига определяли при помощи конического пластометра Ребиндера. Полученные результаты (рис. 3, а, б) свидетельствуют, что во всем интервале исследуемой влажности почвы представляют собой твердообразные системы, предельное напряжение сдвига которых возрастает от времени взаимодействия с водой, что подтверждает наши предположения о набухании гелей в почвах.

Для дополнительного подтверждения мы прогрели почвенные образцы сразу после добавления воды при температуре 90 °С в течение 3 часов, предполагая, что прогрев приведет к изменению структуры и свойств набухающих гелей. Это действительно наблюдалось в системах, соответствующих пластичному состоянию (рис. 3, кривые 2, 4 и 10, 12).

Липкость почв является, пожалуй, наиболее простым свойством с точки зрения механизма процесса. Суть методики определения липкости заключается в приведении в контакт с почвой стального диска площадью 10 см². После этого диск выдерживают в контакте с почвой 30 сек. под нагрузкой 3 кг и определяют усилие его отрыва от почвы. При соприкосновении диска с почвой почвенный раствор начинает перемещаться в места контакта диска с почвенными частицами. Начинается образование менисков почвенного раствора в местах контакта почвенных частиц с диском. Чем больше общая длина образовавшихся менисков при условии, что поверхностное натяжение жидкости одно и то же, тем больше усилие отрыва диска. Отметим, поскольку время контакта диска с почвой ограничено, должны проявлять себя кинетические факторы, а именно скорость движения жидкости, которая зависит от вязкости жидкости. Следовательно, чем больше вязкость жидкости, тем меньше должна быть общая длина образующихся за 30 сек менисков и тем меньше должно быть усилие отрыва диска.

После добавления воды в воздушно-сухую почву до содержания, соответствующего наименьшей влагоемкости (количество влаги, остающееся в увлажненной почве после стекания избытка воды), при отсутствии структурирования почвенного раство-

ра гелевыми структурами липкость почв от времени меняться не должна. С точки зрения предлагаемой концепции, после добавления воды должно происходить постепенное набухание сжавшегося при высушивании органо-минерального геля с включением свободной жидкости. В результате количество почвенного раствора, не структурированного гелем, должно постепенно убывать. Поскольку вязкость геля значительно выше вязкости воды, можно ожидать, что скорость образования контактов жидкости между почвой и диском должна уменьшаться, а значит должно уменьшаться от времени, прошедшего после добавления воды, и усилие отрыва диска (рис. 4).

Одним из основных факторов, определяющих рост растений, является поступление из почвы питательных элементов, что в большей мере зависит от биологической активности почв. В почвоведении биологическая активность почв понимается, в первую очередь, как заселенность микроорганизмами. Так как питательные вещества из почв поступают в микроорганизмы и растения в основном после преобразования почвенных компонентов экзогенными ферментами, то определяющей биологическую активность почв является скорость ферментативных реакций в почвах. Известно, что ферменты в почвах находятся в иммобилизованном состоянии, но вопрос о месте и механизме закрепления ферментов в почвах изучен мало.

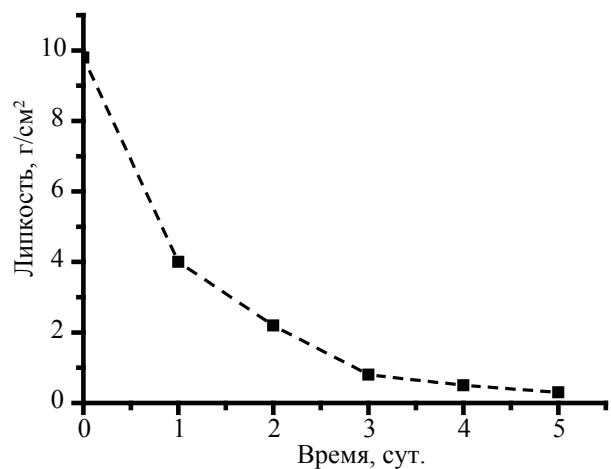


Рис. 4. Зависимость липкости выщелоченного чернозема от времени, прошедшего после добавления воды

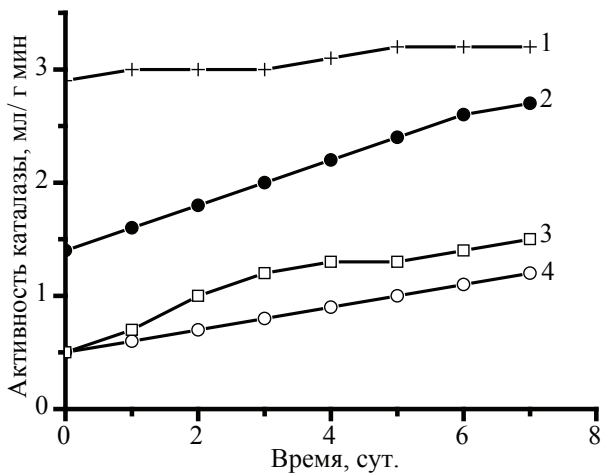


Рис. 5. Зависимость каталазной активности чернозема (1), тепличного субстрата (2), торфяной (3) и дерново-подзолистой почв (4) от времени, прошедшего после добавления воды в воздушно-сухие почвы

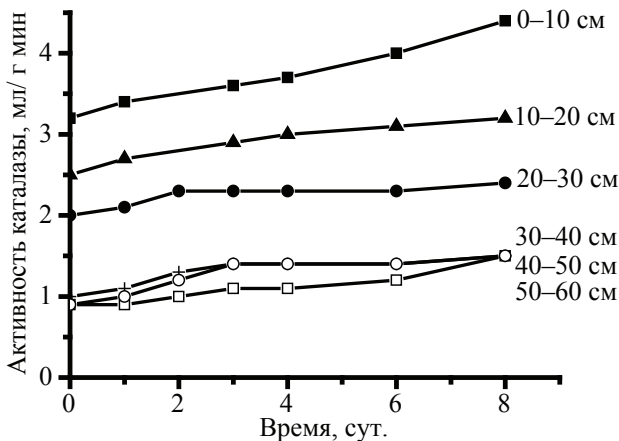


Рис. 6. Зависимость каталазной активности образцов оподзоленной серой лесной почвы от времени, прошедшего после добавления воды в воздушно-сухие образцы почв

Можно предположить, если коллоидные частицы в почвах действительно организованы в коллоидные структуры, то ферменты должны входить в состав этих структур и изменения последних должны влиять на активность ферментов и скорость ферментативных реакций. Одним из продуктов жизнедеятельности микроорганизмов является перекись водорода. В связи с тем, что она угнетающе действует на развитие почвенной микрофлоры, микроорганизмы выделяют в почву фермент – каталазу, разлагающую перекись водорода. По количеству каталазы оценивают биологическую активность почв. Активность каталазы определяли газометрическим мето-

дом по скорости разложения навесной почвы раствора перекиси водорода.

Из полученных данных по изменению каталазной активности гумусовоаккумулятивных горизонтов чернозема, тепличного субстрата, торфяной и дерново-подзолистой почв (рис. 5) хорошо видно, что каталазная активность всех изученных почв непрерывно возрастает в течение недели. Для подтверждения наличия коллоидного структурирования почвенного раствора во всех почвенных горизонтах было определено изменение каталазной активности от времени, прошедшего после добавления воды, в образцах серых лесных почв Владимирского ополья. Представленные в качестве примера результаты для серой лесной оподзоленной почвы свидетельствуют (рис. 6), что нарастание каталазной активности наблюдается для всех почвенных горизонтов, и это можно рассматривать как подтверждение универсальности распространения коллоидных структур в почвах.

Определение электрических свойств веществ и материалов наиболее часто используется для изучения структурных перестроек в них. Поэтому было важно рассмотреть электрические свойства почв с позиции коллоидного структурирования почвенного раствора.

Проанализируем процессы, которые должны протекать в почве после добавления воды, с точки зрения наличия в почвах свободного почвенного раствора и с позиции структурированного коллоидами почвенного раствора на примере двух одинаковых почв с той лишь разницей, что в одной существует структура геля, включающая в себя свободный почвенный раствор, а в другой – отсутствует. Вхождение почвенного раствора в структуру геля должно приводить к уменьшению подвижности ионов и, следовательно, к повышению электросопротивления.

Результаты экспериментов (рис. 7) свидетельствуют, что после добавления воды удельное электросопротивление от времени увеличивается в течение всего времени проведения экспериментов в черноземе и тепличном субстрате. В торфяной почве процесс возрастания электросопротивления продолжается двое суток и больше не изменяется. В

дерново-подзолистой почве, содержащей, как известно, минимальное количество почвенных коллоидов, удельное электросопротивление не меняется.

На основе полученных результатов мы не могли сказать, какой тип гелевых структур, включающий жидкость, реально существует в почвах. Для выяснения этого вопроса было принято решение провести электронно-микроскопические исследования. При постановке экспериментов по изучению структуры коллоидных образований отталкивались от того, что при давлении на почву происходит частичное разрушение исходной коллоидной структуры почвенного раствора, в результате чего его подвижность возрастает и он частично выделяется из почвы. В таком случае выpressовываемая из почвы жидкость может содержать обломки коллоидных структур разного размера.

В зависимости от того, какой тип гелевых структур существует в почвенном растворе, можно ожидать несколько вариантов расположения коллоидных частиц на подложке.

1. Если коллоидные частицы присутствуют в почвенном растворе в виде золя, то они должны относительно равномерно размещаться на поверхности подложки.

2. При выделении с почвенным раствором плотных гелей на подложке должны наблюдаться сгустки непосредственно контактирующих друг с другом коллоидных частиц.

3. При наличии гелевых структур, образованных за счет ближней агрегации, на подложке должны наблюдаться разветвленные структуры из непосредственно контактирующих друг с другом коллоидных частиц.

4. При наличии же в почвенном растворе обломков периодических коллоидных структур они должны осаждаться на подложку, так что коллоидные частицы, весьма вероятно, закрепятся на подложке, сохраняя между собой расстояния, характерные для коллоидной структуры.

При увеличении 10 тысяч на электронно-микроскопическом изображении в виде белых пятен были видны частицы размером несколько сот нанометров, которые хаотично размещались на подложке. Для уточнения представлений о частицах, осевших на под-

ложку из раствора, были сделаны микрофотографии частиц при увеличении 100–200 тыс.

При этом увеличении видно, что наблюдаемые при малых увеличениях частицы представляют собой агрегаты, состоящие из коллоидных частиц размером от 10–15 до 30–50 нм, которые фиксированы на подложке на расстояниях от 10 до 150 нм друг от друга. Причем выделяемые из разных почв гели заметно отличаются по строению. Например, в гелевые структуры из дерново-подзолистой почвы включены частицы микронных размеров.

Подобные электронно-микроскопические фотографии могли быть получены только при существовании органоминеральных гелей в почвах либо в виде периодических коллоидных структур, либо в виде армированного гумусового студня, в котором коллоидные частицы расположены на расстоянии друг от друга.

Для того чтобы выяснить, какой из двух типов коллоидного структурирования реализуется в почвах, было проведено изучение выделяемых из почв гелей при помощи просвечивающего электронного микроскопа. Полученные данные свидетельствуют, что неорганические коллоидные частицы, видимые на электронной микрофотографии в виде черных точек, располагаются преимущественно на расстоянии друг от друга в матрице из полупрозрачного для электронов органического вещества.

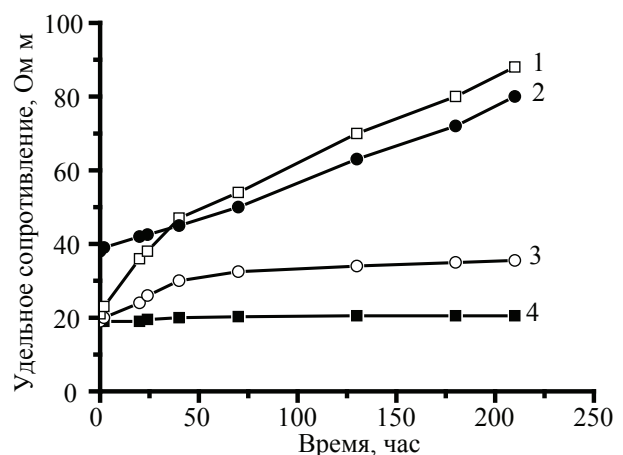


Рис. 7. Зависимость удельного сопротивления сухих почв, увлажненных до 0,8–0,9 НВ, от времени. 1 – тепличный субстрат; 2 – выщелоченный чернозем; 3 – торфяная почва; 4 – дерново-подзолистая почва

Фрактальные свойства почв

| Почвы по горизонтам | Воздушно-сухие почвы | Почвенные пасты |
|--------------------------------|----------------------|---------------------|
| | показатель «порода» | показатель «порода» |
| Дерново-подзол. А1 | 3,22 ± 0,03 | 2,69 ± 0,03 |
| Дерново-подзол. А ₂ | 3,09 ± 0,03 | 3,12 ± 0,03 |
| Дерново-подзол. В | 2,84 ± 0,02 | 2,74 ± 0,02 |
| Серая лесная | 2,96 ± 0,02 | 2,80 ± 0,02 |
| Бурая лесная А0 | 3,07 ± 0,02 | 2,64 ± 0,02 |
| Бурая лесная А ₁ | 3,04 ± 0,02 | 2,79 ± 0,02 |
| Бурая лесная В | 3,16 ± 0,02 | 2,88 ± 0,02 |
| Чернозем оподзол. | 2,85 ± 0,02 | 2,68 ± 0,02 |
| Чернозем выщелоч. | 2,90 ± 0,02 | 2,77 ± 0,02 |
| Чернозем тип. А0 | 2,90 ± 0,09 | 2,65 ± 0,09 |
| Чернозем тип. А1 | 2,94 ± 0,02 | 2,71 ± 0,10 |
| Чернозем тип. В1 | 2,96 ± 0,02 | 2,65 ± 0,09 |
| Чернозем тип. ВС | 3,37 ± 0,02 | 2,95 ± 0,02 |
| Темнокаштановая | 2,71 ± 0,02 | 2,40 ± 0,02 |
| Светлокаштановая | 2,97 ± 0,02 | 2,47 ± 0,02 |
| Краснозем А0 | 2,82 ± 0,08 | 2,53 ± 0,02 |
| Краснозем В1 | 2,75 ± 0,03 | 2,65 ± 0,02 |
| Краснозем В ₂ | 2,81 ± 0,06 | 2,62 ± 0,02 |
| Краснозем ВС | 2,82 ± 0,06 | 2,62 ± 0,02 |
| Торфяная почва | 3,03 ± 0,02 | 2,83 ± 0,10 |

Проведенные электронно-микроскопические исследования подтвердили сделанные ранее выводы и позволили получить дополнительную информацию. Было установлено, что гелевая пленка связывает между собой частицы от единиц до нескольких десятков микрон. Сама гелевая пленка в высушенном состоянии имеет толщину порядка микрона, и она действительно представляет собой органическую матрицу, армированную коллоидными частицами. Однако в этой матрице наряду с областями, армированными коллоидными частицами, не меньшую площадь занимают области, свободные от коллоидных частиц.

Использование электронной микроскопии позволило получить наглядные ответы на поставленные нами вопросы, но, во-первых, при приготовлении образцов для электронно-микроскопического изучения почв использовали наружные слои геля, покрывающие поверхность почвенных частиц, а следовательно, возникает вопрос о возможности переноса сделанных выводов на весь почвенный гель. Во-вторых, возникает естественный вопрос о правомерности экстраполяции сделанных выводов, полученных при

изучении гумусовоаккумулятивных горизонтов нескольких почв, на все почвы и почвенные горизонты.

Для того, чтобы ответить на возникшие вопросы, обратились к методу малоуглового рассеяния нейтронов. Основанием для этого явилось то, что электронно-микроскопические фотографии структур, полученных из почвенных растворов, выделенных пресованием из чернозема, внешне очень похожи на фрактальные кластеры.

Метод малоуглового рассеяния нейтронов обладает определенными преимуществами, так как не требует никакой пробоподготовки и позволяет видеть статистическую картину (размер пучка нейтронов составляет 14 мм). Заключается он в следующем. Происходит взаимодействие пучка нейтронов с почвой. Частицы коллоидных размеров рассеивают нейтроны под малыми углами. Причем, если они, взаимодействуя с излучением, ведут себя как независимые излучатели, то есть находятся на расстоянии друг от друга, то показатель «порода» для этих объектов меньше трех, и они являются массовыми фракталами. Если показатель «порода» больше трех, это означает, что коллоидные частицы находятся

в контакте и не могут вести себя как независимые излучатели.

Полученные результаты (таблица) свидетельствуют, что для всех изученных почв и почвенных горизонтов наблюдается рассеяние нейтронов, характерное для объектов, имеющих фрактальное строение. Для всех влажных и большинства воздушно-сухих почв фрактальная размерность меньше трех. Для сухих почв расположение коллоидных частиц на расстоянии друг от друга может иметь место только при их размещении в гумусовой сетке. В противном случае при удалении воды они должны войти в непосредственный контакт.

Для ряда воздушно-сухих почв показатель «порода» несколько превышает тройку, что свидетельствует о коагуляции коллоидных частиц в почвах при высушивании.

Полученные результаты согласуются с предлагаемой моделью структурной организации почвенных коллоидов и свидетельствуют о том, что:

1. Коллоидные частицы во влажных и многих воздушно-сухих почвах находятся на расстоянии друг от друга, что можно объяснить только их стабилизацией в гумусовой молекулярной сетке.

2. Коллоидные частицы расположены в гумусовом студне упорядоченно.

3. Подобные гелевые структуры распространены во всех изученных нами почвах и почвенных горизонтах.

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о том, что коллоидную структуру почв можно рассматривать как студень гумуса, армированный коллоидными частицами, который упрочнен за счет взаимодействия между органическими молекулами. При взаимодействии с водой армированный гумусовый студень ведет себя подобно многим полимерам – набухает, вбирая в себя воду и увеличиваясь в объеме, при высушивании происходит его усадка. Различные воздействия на почву изменяют состояние армированного полимерного гумусового студня, что приводит к наблюдаемому изменению свойств почв.

Наряду с обогащением представлений о наноструктуре почв, проведенное исследование обладает и определенной практической

значимостью. Проблема продовольственной безопасности России становится сейчас одной из приоритетных. Ее решение упирается в низкую производительность сельского хозяйства, особенно земледелия, в основном из-за деградации почв, которая заключается в потере органического вещества за счет его минерализации (преобразования гумуса до углекислоты). Это приводит к значительному ухудшению свойств почв и потере почвенного плодородия. В первую очередь ухудшается почвенная структура – уменьшается содержание агрономически ценных агрегатов размером 2–5 мм. Как следствие, почвы уплотняются, нарушается водно-воздушный режим корневых систем растений. Кроме того уменьшение содержания гумуса в почвах приводит к уменьшению их водоудерживающей способности. В результате после увлажнения в бесструктурных почвах сначала наблюдается период дефицита воздуха, а затем период дефицита влаги.

Таким образом, структура почвы является важнейшим фактором почвенного плодородия, и все остальные факторы, такие как обеспеченность растений элементами питания, могут проявлять себя только на хорошо оструктуренных почвах. Внесение удобрений на почвах, лишенных структуры, неэффективно и не приводит к росту урожайности. Поэтому одним из основных агротехнических мероприятий, направленных на повышение производительности сельского хозяйства, является систематическое улучшение структурного состояния почв.

Почвенные гели определяют существование почвенной структуры – агрегацию почвенных частиц, поэтому разработка способов получения искусственных гелей из дешевых природных материалов, не разлагаемых почвенной биотой, может оказаться весьма эффективным приемом улучшения свойств почв. Знание наноструктурной организации почвенных гелей позволяет целенаправленно разрабатывать способы их получения. Эти коллоидные системы являются типичным гибридным материалом, в котором органическая компонента стабилизирует наносостояние неорганических веществ, а наличие неорганических коллоидных частиц замедляет минерализацию гумуса.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕЖДУ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ И ПОЧВОЙ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТОЯНИЯ МОЛОДЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

Н.В. ТЕРЕХОВА,
Г.Н. ФЕДОТОВ

При мониторинге молодых посадок в условиях города чрезвычайно важно правильно оценить состояние растений и как можно раньше выявить признаки их ослабления, которые часто носят скрытый характер.

В настоящее время для определения состояния молодых посадок используют визуальный метод обследования. Для этого закладывают пробные площади с перечетом деревьев и занесением их характеристики в ведомость [1]. При перечете, в отличие от взрослых деревьев, где используют 6–7-балльную шкалу категорий состояния деревьев, руководствуясь Санитарными правилами в лесах России (Федеральная служба лесного хозяйства, 1997), для молодых растений применяют 4-балльную упрощенную шкалу, так как у них часто еще нет развитой кроны и трудно определить долю усыхания [2].

Однако данный метод позволяет обнаружить ухудшение состояния растений только после появления внешних признаков. Поэтому разработка метода выявления признаков ослабления деревьев на ранних стадиях представляет собой весьма важную задачу.

При решении исходили из того, что для экосистем характерно неосознанное целелеполагание. Одним из первых этот вопрос сформулировал А. Лотка в виде экстремального принципа: эволюция экосистем идет в сторону увеличения суммарного потока энергии через систему, причем в стационарном состоянии достигается его максимально возможное значение [3]. Позднее К. Уатт выразил это положение следующим образом: «Сообщество животных и растений в любом месте земного шара представляет собой ансамбль видов, который обеспечивает максимальное использование падающей на землю солнечной радиации при том типе почв, который характерен для данного района» [4].

Известно, что потребление элементов питания и воды оказывает сильное влияние

на рост растений [5]. В большинстве случаев на плодородных почвах, чтобы удовлетворить потребность в минеральных элементах питания и воде, растения развивают мощную корневую систему с огромной массой поглощающих корневых волосков [6]. Из применения принципа максимума усвоения физиологически активной радиации к вегетирующим растениям следует, что устьица для усвоения CO_2 должны быть открыты. При этом должна наблюдаться и максимальная транспирация. Если растение ослаблено по каким-либо причинам, уменьшается его листовая поверхность и усвоение физиологически активной радиации, то, как следствие, снижается транспирация, потребление воды корнями и размер активной корневой системы, через которую вода поступает в растения.

В городских условиях и питомниках растения как правило не испытывают недостатка в элементах питания, поэтому в этих условиях лимитирующим фактором для величины корневой системы должно быть потребление растениями воды. При рассмотрении системы растение – почва с позиции прохождения электрического тока между ними можно предположить, что у растений с большей листовой массой, у которых высокая транспирация, площадь активной корневой системы должна быть больше, а ее электрическое сопротивление меньше.

Цель исследования состояла в разработке способа определения величины активной корневой системы растений, основанного на измерении электрического сопротивления между корневой системой и почвой. Разработка такого способа позволит производить раннюю диагностику состояния молодых растений, выявлять и отбраковывать деревья в начальной стадии их ослабления.

Для измерения электрического сопротивления использовали электродный метод. Принцип измерения сопротивления заключается в следующем (рисунок).

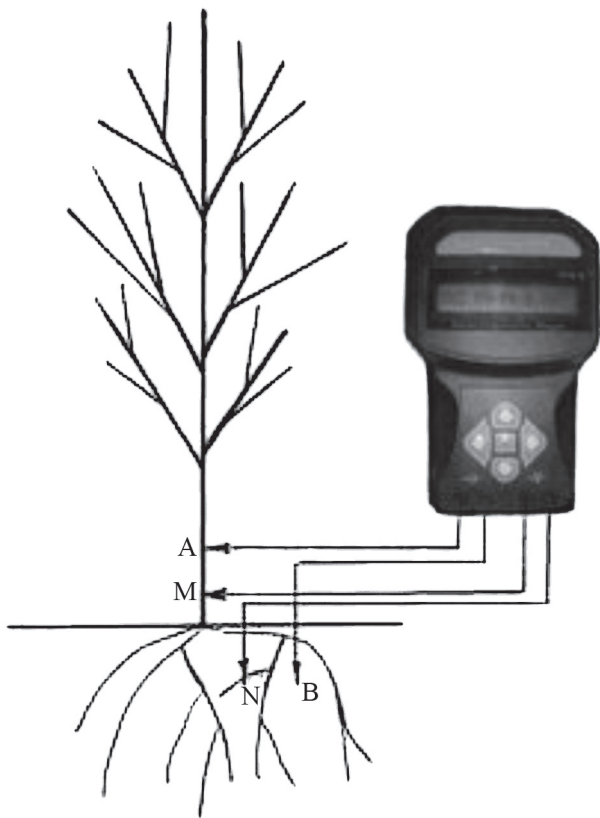


Рисунок. Схема установки для регистрации электрического сопротивления между корневой системой растения и почвой: 1 – измерительный прибор «LANDMAPPER – 03»; АВ – задающие электроды; MN – измерительные электроды.

Через задающие электроды А и В, размещенные один в растении (А), а другой в почве (В), пропускается слабый электрический ток. В связи с тем, что на межфазных границах (задающий электрод – растение и задающий электрод – почва) из-за поляризации наблюдаются большие скачки потенциалов, разность потенциалов между задающими электродами заметно больше, чем разность потенциалов между областями, примыкающими к этим электродам. Поэтому разность потенциалов, возникающая в растении и в почве, определяется между измерительными электродами М и N, расположенными между задающими электродами. При измерении фиксируется величина тока, проходящая через задающие электроды, и разность потенциалов между измерительными электродами, что позволяет достаточно точно определять сопротивление в системах, в которых поляризация имеет большое значение. Для измерения использовали прибор

«LANDMAPPER – 03», разработанный фирмой LANDVISER (США) с участием фирмы ASTRO GROUP (Россия). Прибор проводит измерения в автоматическом режиме, автономен и портативен. Время одного измерения 3–4 с. Абсолютная погрешность измерения не более 2 %.

При отработке метода было выяснено, что сопротивление стебля растения и почвы оказывает значительное влияние на измерения. Поэтому измерительные электроды при проведении экспериментов необходимо располагать как можно ближе к корневой шейке. Пролив почвы перед измерениями приводит к снижению влияния сопротивления почвы на получаемые результаты.

Для изучения влияния температуры провели опыты при 3, 16 и 42 °С. Повышение температуры от 16 до 42 °С практически не повлияло на величину электрического сопротивления между почвой и растениями герани. При понижении температуры от 16 до 3 °С были получены более интересные результаты. Опыты проводили на растениях герани, редиса, хлорофитума и толстянки.

Для всех растений величина электрического сопротивления выросла в два раза и более:

- для герани с 46 до 85 кОм;
- для редиса с 17 до 36 кОм;
- для хлорофитума с 31 до 87 кОм;
- для толстянки с 29 до 55 кОм.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что электрическое сопротивление между корневой системой растений и почвой определяется в первую очередь процессами, происходящими в растении. Как известно, при понижении температуры ниже 10 °С у растений резко снижается интенсивность дыхания корней, наблюдается сильное повышение вязкости цитоплазмы клеток, поглощающих корневые окончания, и уменьшение проницаемости мембран для ионов солей [6]. По-видимому, величина электрического сопротивления определяется проницаемостью мембран, которая резко замедляется при уменьшении температуры.

Таким образом, предварительные эксперименты показали, что для сравнения состояния растений необходимо проводить

измерение при температуре от 16 до 42 °С. Следует отметить, что ошибка определения электрического сопротивления в этом интервале температур не превышает 5 %.

На первом этапе исследования были проведены опыты на травянистых растениях, позволяющие выяснить наличие корреляции между величиной электрического сопротивления и размерами надземной части растения.

Отобрали по 8 растений разных видов высотой до 6 см и высотой от 10 до 19 см. Из полученных данных следует, что растения большего размера имеют примерно в два раза меньшие значения электрического сопротивления по сравнению с растениями меньшего размера (табл. 1).

На следующем этапе было изучено влияние облиственности на электрическое сопротивление между корневой системой и почвой на кустарниках.

Эксперименты, проведенные в теплице на срезочных сортах роз Тинеке, Ред сексес, Анжелика, Амбассадор, Ред серенада, Кардинал, Карамболь, Фриско, Баркаролла, Бургунд показали, что у кустов роз с площадью листовой поверхности до 1700 см² отмечено значение электрического сопротивления 25 кОм. Растения площадью листовой поверхности свыше 1700 см² имели более низкие показатели электрического сопротивления – 9 кОм. Полученные данные свидетельствуют о том, что у роз с большей листовой массой, у которых более высокая транспирация, корневая система больше, а ее сопротивление меньше.

Для подтверждения влияния листовой поверхности растения на величину электрического сопротивления удалили у кустарников роз часть побегов с листьями. При этом электрическое сопротивление выросло более чем в два раза (с 7 до 17 кОм).

Т а б л и ц а 1

Результаты опытов по измерению электрического сопротивления между корневой системой растения и почвой в мае 2006 г.

| Название растения | Электрическое сопротивление, кОм | |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| | растения высотой до 19 см | растения высотой до 6 см |
| Желтушник лакфиолетовый | 34 ± 6 | 104 ± 26 |
| Пастушья сумка обыкновенная | 36 ± 14 | 64 ± 8 |
| Польнь обыкновенная | 54 ± 6 | 105 ± 13 |
| Чистотел большой | 35 ± 5 | 78 ± 26 |
| Осот полевой | 66 ± 16 | 165 ± 31 |
| Незабудка мелкоцветная | 10 ± 1 | 27 ± 7 |
| Крапива двудомная | 46 ± 15 | 102 ± 25 |
| Пижма обыкновенная | 92 ± 20 | 153 ± 11 |

Т а б л и ц а 2

Результаты опытов по измерению электрического сопротивления между корневой системой и почвой у молодых древесных растений разного возраста и состояния в период с мая по август 2006 г.

| Вид растения | Средние | | Средние значения электрических сопротивлений у деревьев разных категорий состояния, кОм | | | |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| | D, см | H, м | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Клен остролистный | 1,1 | 1,3 | 25 ± 3 | 48 ± 18 | 60 ± 12 | – |
| Клен остролистный | 2,2 | 2,0 | 5 ± 1 | 9 ± 1 | 9 ± 5 | 14 ± 4 |
| Липа мелколистная | – | 0,3 | 25 ± 2 | 35 ± 5 | 56 ± 15 | 94 ± 20 |
| Рябина обыкновенная | 1,3 | 1,3 | 12 ± 1 | 20 ± 2 | 25 ± 6 | 35 ± 23 |
| Ясень пенсильванский | 0,9 | 0,8 | 27 ± 5 | – | – | – |
| Итого (количество деревьев каждой категории на пробных площадях), шт. | 328 | | 237 | 34 | 40 | 17 |

Как было отмечено выше, оценить состояние древесных растений и кустарников можно по доле усохших ветвей и листьев. Была установлена взаимосвязь облиственности растения и электрического сопротивления между почвой и растением, поэтому были проведены измерения электрического сопротивления на кустарниках разной облиственности.

Кустарники спиреи хорошего и удовлетворительного состояния (до 50 % сухих ветвей) имели электрические сопротивления 43 и 46 кОм, у усыхающего кустарника (80 % сухих ветвей) отмечено более высокое электрическое сопротивление (154 кОм).

У чубушника хорошего состояния (до 10 % сухих ветвей) отмечено значение электрического сопротивления (56 кОм), на кустарниках удовлетворительного и неудовлетворительного состояния отмечено электрическое сопротивление 76 и 73 кОм. Можно сделать вывод, что и для кустарников, произрастающих в городских условиях, наблюдается та же закономерность: чем лучше состояние кустарников, тем ниже электрическое сопротивление между их корневой системой и почвой.

Наибольший интерес для нас представляет определение состояния древесных растений. Были проведены опыты на молодых растениях клена американского. У растений высотой до 15 см электрическое сопротивление между корневой системой и почвой практически в три раза выше (203 кОм) по сравнению с растениями высотой от 15 до 30 см (71 кОм).

Были также проведены измерения сопротивления между корневой системой и почвой на растениях разного состояния, произрастающих в Валентиновском питомнике МГУЛ. В табл. 2 представлены полученные результаты измерений на 5 пробных площадях у деревьев разных категорий состояния: 1 – деревья без признаков ослабления (с долей усыхания ветвей менее 10 %), 2 – ослабленные (с долей усыхания ветвей от 10 до 50 %), 3 – сильно ослабленные (с долей усыхания ветвей от 50 до 75 %), 4 – усыхающие и усохшие (с долей усыхания ветвей более 75 %).

Из данных табл. 2 видно, что у деревьев без признаков ослабления (1-й катего-

рии состояния) отмечено минимальное значение электрического сопротивления, и чем хуже было определено визуально состояние молодых растений, тем выше было значение электрического сопротивления. Эти данные подтверждают выводы о том, что если растение ослаблено и по каким-либо причинам уменьшается его листовая поверхность, то, как следствие, падает транспирация, потребление воды корнями и площадь активной корневой системы, а электрическое сопротивление между корневой системой и почвой увеличивается.

Полученные данные свидетельствуют о перспективности метода оценки состояния растений с помощью измерения значений электрического сопротивления между корневой системой и почвой. Его преимущество перед визуальными методами оценки состояния растений проявляется в том, что любые негативные воздействия на растения вызывают сначала нарушение физиолого-биохимических процессов, которые можно обнаружить через несколько дней методом измерения электрического сопротивления между корневой системой растения и почвой, в то время как видимые морфологические изменения видны лишь через 5–7 лет [7].

Библиографический список

1. Воронцов, А.И. Технология защиты леса / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова // Экология. – 1991. – 304 с.
2. Мозолевская, Е.Г. Экологические категории городских насаждений / Е.Г. Мозолевская, Е.Г. Куликова // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб. науч. тр. МГУЛ. – Вып. 302 (I) – 2000. – С. 5–12.
3. Трофимов, С.Я. О динамике органического вещества в почвах / С.Я. Трофимов // Почвоведение. – 1997. – № 9. – С. 1181–1186.
4. Новосельцев, В.Н. Теория управления и биосистемы / В.Н. Новосельцев. – М.: Наука, 1978.
5. Маркарова, Е.Н. Физиология корневого питания растений / Е.Н. Маркарова. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 104 с.
6. Веретенников, А.В. Физиология растений: учебник. – 2-е изд. / А.В. Веретенников. – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. акад., 2002. – 272 с.
7. Николаевский, В.С. Новые методы оценки устойчивости древесных растений к комплексу экстремальных факторов мегаполиса / В.С. Николаевский, Х.Г. Якубов // Проблемы озеленения городов. Альманах. – Вып. 10. – М.: Прима – М., 2004. – 146 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК

Н.С. ЖУНУСОВ,
Ф.Г. АЮПОВ,
А.А. АБАЗОВ

Практика земледелия, как известно, имеет конечной задачей получение с данной площади возможно большего количества необходимых для человека продуктов, т.е. тех органических веществ (белков, углеводов и жиров), без которых, как известно, немислима жизнь животного организма. Указанная цель может быть достигнута пока единственным путем – возделыванием растений, какой путь мы можем считать практически пока единственно доступным для человека средством претворения минеральных веществ (почвы) в вышеупомянутые сложные органические [1].

Еще на заре развития науки о почве утвердилось представление о закономерном распределении почвенного покрова на земной поверхности. Почвоведение со времен В.В. Докучаева и Н.М. Сибирцева определяет почву как естественно-историческое тело, т.е. как функцию от физико-географических условий, названных Докучаевым факторами-почвообразователями. Наблюдающиеся в природе сочетания факторов-почвообразователей, несмотря на большое разнообразие, могут быть сформулированы в виде основных типов почвенного генезиса [2].

Почвоведение, как и всякая другая наука, выросла на базе практических хозяйс-

твенных запросов человека [1]. Горные породы, из которых сложена наша планета, выходя в силу тех или иных геологических условий на «дневную» поверхность и тем самым неизбежно вступая тогда в непосредственный контакт с элементами окружающей природы, начинают претерпевать ряд многообразных и глубоких изменений как со стороны их химической конституции и химических свойств, так и со стороны физико-механической природы. Совокупность таких изменений, претерпеваемых той или другой горной породой под влиянием внешних условий, объединяется общим наименованием «процессов выветривания» [1].

Разрушения и деградация почв – характерная черта возрастающего антропогенного давления на природу. Вследствие ряда причин, таких как неумеренная бессистемная пастьба скота, раскорчевка и распашка лесных земель, рубка леса в настоящее время и в прошлом, ошибки в ведении хозяйства, значительная часть плодородных черно-коричневых и коричневых почв ореховоплодовых лесов эродирована. Черно-коричневые почвы ореховоплодовых лесов отличаются высоким плодородием в ряду лесных почв, поэтому основное внимание должно быть направлено на сохранение их естественного плодородия [3].

Т а б л и ц а

Сравнение показателей лесов рекреационного и нерекреационного назначения

| Леса рекреационного назначения (пансионат Арсланбоб) | Леса нерекреационного назначения (уч. Дашман) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Сплошная сеть троп, грунтовых дорог и площадок | Тропы занимают около 5 % площади |
| Много кострищ и мусора | Нет кострищ и мусора |
| Вытоптано около 30 % площади. Сильно уплотнена почва, напочвенный покров в плохом состоянии, частично или полностью уничтожена подстилка | Напочвенный покров слабо нарушен Подстилка в хорошем состоянии |
| Снижение содержания гумуса и уменьшение мощности гумусового горизонта | Содержание гумуса высокое (толщина гумусового слоя 60 см) |
| Толщина подстилки при II стадии депрессии 6–8 %, при III стадии депрессии 10–20 %, при IV стадии депрессии 43–49 % | Толщина подстилки уменьшилась на 1,1–4,7 % |
| Твердость почв достигает 45–50 кг/см ² | Твердость почв не превышает 2,3–3,5 кг/см ² |

Антропогенная нагрузка на нижнем подпоясе связана с дальнейшим развитием земледелия и животноводства. Предгорные экосистемы в большинстве распаханы и преобразованы в антропогенные системы – сельскохозяйственные угодья.

Деятельность человека, выпас скота приводит к серьезным изменениям лесного местообитания. Кроме копытных и тех животных, которые обгладывают кору и ветви деревьев, наибольшее локальное влияние на лесное местообитание имеют рубки и прочая хозяйственная деятельность человека.

Влияние травоядных на качество лесного местообитания может быть прямым и косвенным. Общипывание травы, листьев, побегов и веток изменяет растительный покров, способность растений к выживанию и регенерации. Изменение растительного покрова, в свою очередь, приводит к изменению лесной подстилки и биотической активности почвы и таким образом к изменению условий местообитания. Прямое воздействие пастбищ на местообитание леса связано с животными, вытаптывающими поверхность почвы и разрушающими наземный покров. Очевиден отрицательный эффект. Животные копытами разбивают почвенные агрегаты, разрушая структуры верхнего слоя, что значительно уменьшает водопроницаемость, нарушая инфильтрацию дождевых вод со скоростью, достаточной для того, чтобы предотвратить поверхностный сток.

В результате почвы с большой пастбищной нагрузкой плохо аэрируются, имеют меньшую абсорбирующую способность и подвергаются плоскостной эрозии. На утрамбованных землях биотическая деятельность доведена до минимума [3]. Необходимо отметить значительное ухудшение местообитания леса вследствие уплотнения почв в результате хозяйственной деятельности человека. Эффективным уплотняющим агентом является даже нога человека.

В научно-опорном пункте Ак-Терек под руководством Ф.Г. Аюпова сотрудниками института проведены исследования по вытаптыванию лесных участков и открытых пространств. Статистическая обработка полученного экспериментального материала и

обобщения в виде математических моделей показала, что для вытаптывания 1 га необходимо, чтобы на нем находилось 23 700 чел. [4].

Уплотнение почвы при сенокосении, сборе плодов и при заготовке дров более выражено на влажных почвах, чем на сухих, а последствия серьезнее на глинистых почвах по сравнению с песчаными.

Территория верхнего лесорастительного подпояса передана крестьянским хозяйствам в долгосрочное пользование, под пастбища. Редины, поляны, огромные площади кустарников представляют собой результат многовековой бессистемной эксплуатации растительных ресурсов этого подпояса.

Сбитость почв и геологические процессы, более интенсивно протекающие на больших абсолютных высотах, обусловили появление здесь защебененных площадей с выходом скальных обнажений. В особенности много таких площадей на территории Арстанбапатинского, Кызылунгурского, Гавинского лесхозов [3].

Были проведены сравнительные фенологические наблюдения в лесах рекреационного и нерекреационного назначения (таблица).

Под воздействием рекреационных нагрузок изменяется порозность и аэрация почвы. Низкая порозность почвы обуславливает неблагоприятные водно-воздушные условия для роста лесной растительности. Под воздействием больших рекреационных нагрузок увеличивается и плотность подстилки.

Библиографический список

1. Кравков, С.П. Почвоведение / С.П. Кравков. – М.: Сельхозгиз, 1934. – С. 3–12.
2. Филатов, М.М. География почв СССР / М.М. Филатов. – М.: Учпедгиз, 1945. – С. 7–10.
3. Авазов, А.А. Рациональное использование, охрана и защита горно-лесных почв орехово-плодовых лесов Южной Киргизии / А.А. Авазов., Б.К. Авазова // Южного Отделения НАН КР. «Илим». – Ош. – 2003. – Вып. 3. – С. 130–134.
4. Аюпов, Ф.Г. Рекомендации по сокращению антропогенных нагрузок на рост и состояние орехоплодовых лесов / Ф.Г. Аюпов, Н.С. Жунусов, А.А. Темирбаев. – Жалалабат, 2006. – С. 10–11.
5. Аюпов, Ф.Г. Изменение некоторых видов травяного покрова орехоплодовых лесов под влиянием антропогенных факторов / Ф.Г. Аюпов, Н.С. Жунусов // Известие ОшТ У 2. – 2007. – С. 156–160.

**ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПОЧВУ
В РАЙОНЕ ГОРОДА БРАТСКА**

Е.М. РУНОВА,
С.А. ЧЖАН,
О.А. ПУЗАНОВА

Изучение роли почв в решении проблемы влияния промышленных выбросов на лесные экосистемы имеет большое значение, т.к. почва является неотъемлемым компонентом лесных экосистем, обеспечивающим непрерывность их функционирования благодаря круговороту веществ в почве.

Район г. Братска входит в зону действия алюминиевого завода (БрАЗ), лесопромышленного комплекса (БЛПК), ТЭЦ. Район расположен в пределах южной тайги Среднесибирского плоскогорья. На исследуемой территории распространены светлохвойные сосновые и сосново-лиственничные леса на дерново-подзолистых остаточно-карбонатных почвах и дерново-карбонатных оподзоленных на пестроцветной карбонатной коре выветривания.

Основными компонентами пылегазовых выбросов промышленных предприятий являются фтористый водород (HF), двуокись серы (SO₂), сероводород (H₂S), сернистый газ, хлор (CL), сульфат натрия (Na₂SO₄), метилмеркоптан, техногенная пыль.

Из-за близкого расположения друг к другу промышленных источников происходит перемешивание пылегазовых выбросов, что усложняет установление доли участия каждого предприятия в загрязнении природной среды. Тем не менее, с определенной достоверностью это удастся выявить по ведущим или характерным для каждого предприятия химическим элементам.

Поскольку все загрязнители в любой форме в конце концов попадают в почву, в ней можно обнаружить скапливающиеся там вредные вещества. С газами это сделать значительно труднее, чем с пылью, поскольку газообразные вещества вступают в соединение с составными частями почвы, а их зачастую не определишь как вредные вещества.

Поступающее в природную среду через атмосферу техногенное вещество в виде

пыли, обогащенной рядом химических элементов, оседает в основном в подстилке и верхнем дерновом горизонте почв (0–5; 1–10 см). Вокруг каждого промышленного предприятия химические элементы накапливаются в почвах в определенных ассоциациях, отражающих специфику производства предприятия. Ввиду того, что твердое вещество выбросов алюминиевого завода в атмосферу на 60–70 % состоит из окиси алюминия и на 15–20 % так называемой «анодной массы», вокруг завода образуется ареал с повышенным содержанием в почвах фтора и алюминия. Расчеты показывают, что только в ближайшую зону (до 5 км по факелу выбросов) за зимний период в составе нерастворимого вещества поступает в природную среду около 1300 т алюминия и 60–70 т фтора. Особенно насыщен этими элементами слой подстилки мощностью 6–8 см. Содержание алюминия здесь достигает 30–35 %, а фтора 1,5–2 %. Из-за фтора, который, как известно, отрицательно влияет на жизнедеятельность микрофлоры, процесс разложения подстилки заторможен. Поэтому ее мощность значительна, 6–8 см, что в 2–3 раза больше фоновой.

Для зоны воздействия лесопромышленного комплекса характерно накопление в почвах кальция и растворимых соединений (сульфатов, хлоридов). Твердые выбросы лесопромышленного комплекса и находящейся на его территории ТЭЦ-6, работающей на Канско-Ачинских углях, по составу коренным образом отличаются от выбросов алюминиевого завода. Для них индикаторными элементами являются в основном кальций (10–15 %) и сера (4,5–5,0 %).

Зола ТЭЦ-6 с повышенным количеством железа, марганца, стронция, бария в атмосферном воздухе разбавляется твердыми выбросами предприятий комплекса. В результате смешивания выбросов относительное участие указанных элементов меняется и их ведущая

роль в твердых выбросах не проявляется столь контрастно, но для зоны воздействия лесопромышленного комплекса характерно накопление в почвах кальция и растворимых соединений (сульфатов, хлоридов).

Изучение химических и механических свойств почвы в районе промышленных выбросов проводилось по стандартным методикам. В образцах объемом 100 см³ определяли рН, гумус, общий азот (N, %), в 1 % NaCl вытяжке обменные Ca, Mg, H и AL (мг-экв на 100 г почвы), а также их сумму (СОК), степень насыщенности почвенного поглощающего комплекса (З %), подвижный калий и фосфор по Кирсанову (мг на 100 г почвы K₂O и P₂O₅), объемный вес (ОВ, г/см³), удельный вес (УВ, г/см³), наименьшую полевую влагемкость (НВП, %), пористость аэрации при НВП (ПАНПв, %).

Для морфологической характеристики приводим описание разреза 1, заложенного в 3 км от п. Стениха на верхней части пологого юго-восточного склона. Вырубка, молодой березово-осиновый лес с примесью сосны.

А 0–2 см – лесной опад; 2–8 см – серый, сухой, тяжелый суглинок, мелкокомковатая структура, рыхлый, включение корней, переход резкий.

А2 8–15 см – свежий, белесо-бурый, тяжелый суглинок, мелкокомковатость зернистая, рыхлая, переход резкий, присыпка кремнезема;

В 15–35 см – красно-бурый, слабо увлажнен, ореховатая уплотненная глина, пронизанная корнями, переход постепенный;

Вс 35–60 см – бурый с серо-зелеными пятнами, слабо увлажнен, единичные корни, обломки плиток, мергеля, переход резкий по вскипанию;

Ск 60–110 см – белесо-розовый, слабоувлажненный, глина, слабо уплотнен.

Наиболее характерным показателем является кислотность верхнего горизонта почвы рН в KCl. По уровню рН почвы относится к нейтральным – 4 почвенных разреза; слабокислым – 3 разреза; кислым – 2 почвенных разреза.

Можно предположить, что на отдельных участках в местах выпадения осадков подкисляется верхний горизонт. Причем эта

кислотность постепенно вымывается в горизонт глубиной от 10 до 20 см, о чем свидетельствует несколько более высокая кислотность, чем в верхнем горизонте А1. Затем с увеличением глубины более 20 см в горизонтах В и С кислотность снижается, реакция почвы здесь становится нейтральной. Т.е. кислотность горизонтов почвы не отличается от кислотности почв, находящихся вне зоны промышленных выбросов.

Наши данные указывают, что в зоне техногенного воздействия алюминиевого завода дождевая вода имеет слабокислую реакцию (рН от 5,4 до 6,6), а снеговая – близкую к нейтральной (рН – 6,2 – 6,7). В зоне воздействия лесопромышленного комплекса реакция атмосферных осадков меняется на щелочную (рН до 9,0) вследствие взаимодействия газообразных веществ с твердым веществом выбросов в присутствии влаги. В результате в ландшафты поступают не кислотные растворы, а солевые, имеющие меньшую токсичность. Поэтому основное поражение растений связано прежде всего с прямым токсичным действием газов, а не кислот. Дожди с рН 4,3–4,5 под факелами предприятий выпадают редко.

На рисунке представлены зависимости содержания кремния, алюминия, кальция и фтора в лесной подстилке и дерново-подзолистой остаточно-карбонатной почве на различном расстоянии от источников выбросов.

В табл. 1 приведено содержание фтора в почве в разных направлениях от алюминиевого завода.

Самое большое содержание фтора в почве, по данным таблицы, наблюдается в северо-восточном направлении на расстоянии 1 км от БрАЗа.

Исследование влияния алюминиевого производства на лесные экосистемы свидетельствует о том, что на поверхности почвы образуется корка из шламовой пыли, резко увеличивается кислотность 20 см слоя почвы, увеличивается содержание тяжелых металлов. Это приводит к нарушению функций корневых систем растений, а также всех органов древесных растений вследствие изменения гидрологического режима кислотности почв, повышенной концентрации и токсичности тяжелых металлов.

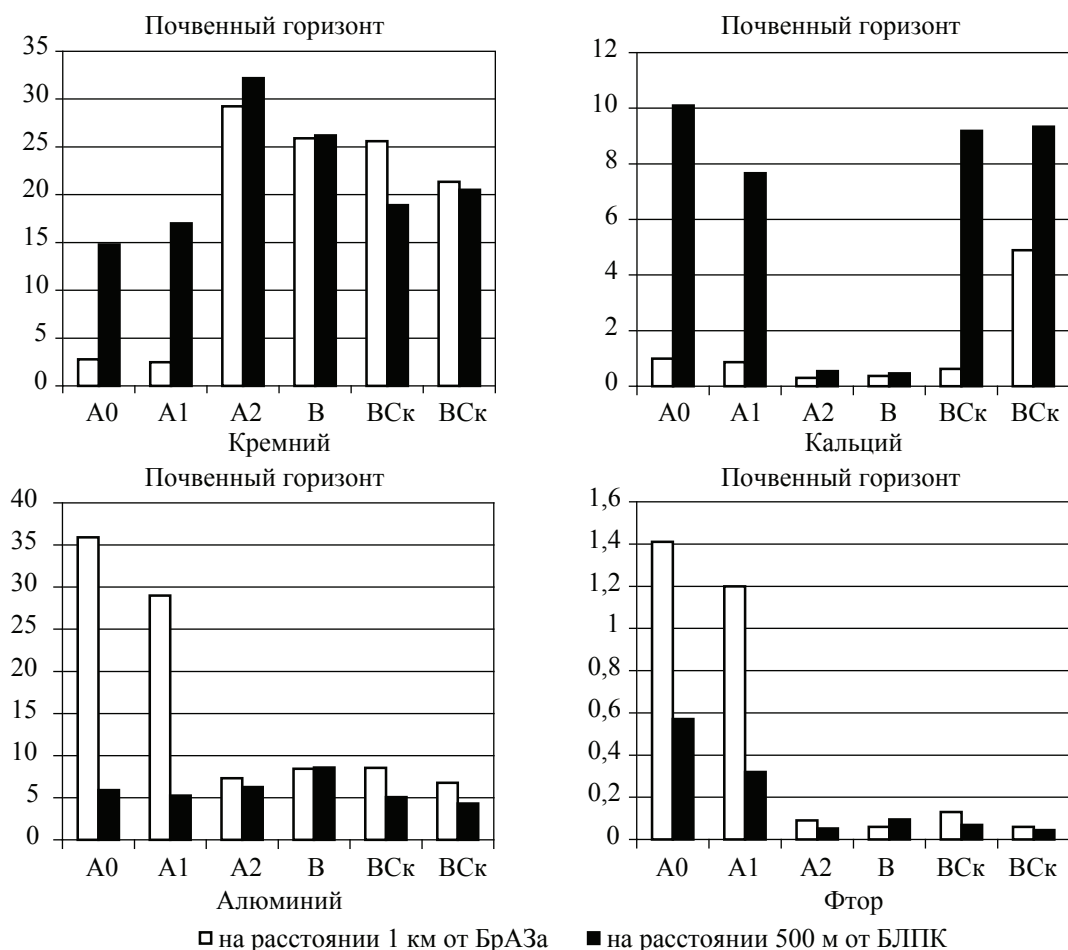


Рисунок. Содержание в лесной подстилке и дерново-подзолистой остаточнокarbonатной почве (в % на воздушносухое вещество): кремния, алюминия, кальция, фтора

Т а б л и ц а 1

Содержание фтора в почве вокруг БраЗа мг/кг

| Направление от завода, расстояние | Глубина отбора | рН почвы | Валовое содержание | | Содержание водно-растворимых форм. | |
|-----------------------------------|----------------|----------|--------------------|------|------------------------------------|------|
| | | | 1 | 2 | 1 | 2 |
| СВ 1 км | 0-5 5-20 | - - | 2400 | 1200 | 27,5 | 13,5 |
| СВ 4 км | 0-5 5-20 | 7,9 7,8 | 1320 | 940 | 51 | 23 |
| СВ 6 км | 0-5 5-20 | 7,5 7 | 630 | 460 | 45 | 26 |
| СВ 8 км | 0-5 5-20 | 8,2 8,1 | 650 | 710 | 43 | 20 |
| СВ 10 км | 0-5 5-20 | 7,5 7,4 | 500 | 400 | 20 | 15 |
| СВ 14 км | 0-5 5-20 | 6,2 6,6 | 500 | 200 | 14 | 10 |
| СВ 17 км | 0-5 5-20 | 6,6 6,3 | 450 | 480 | 0,5 | 9,5 |
| СВ 30 км | 0-5 5-20 | 6,8 6,3 | 300 | 220 | 6,5 | 2 |
| С 0,5 км | 0-5 5-20 | 7,7 7,1 | 700 | 400 | 56 | 51 |
| С 2 км | 0-5 5-20 | 7,2 6,5 | 680 | 300 | 82 | 88 |
| С 4 км | 0-5 5-20 | 7,9 8 | 500 | 500 | 22 | - |
| Ю 0,5 км | 0-5 5-20 | 7,1 7,8 | 1700 | 800 | 15 | 91 |
| Ю 4 км | 0-5 5-20 | 6,1 6,1 | 300 | 530 | 18,5 | 6,5 |
| ЮЗ 3 км | 0-5 5-20 | - - | 1900 | 1000 | 80 | 20 |
| ЮЗ 7 км | 0-5 5-20 | - - | 600 | 500 | 20 | 7 |
| ЮЗ 15 км | 0-5 5-20 | 6 6,2 | 690 | 1200 | 0,5 | - |
| ЮВ 0,5 км | 0-5 5-20 | - - | 970 | 620 | 60 | 80 |
| ЮВ 4 км | 0-5 | - | 400 | | 20 | |
| ЮВ 9 км | 0-5 | - | 500 | | 8 | |
| Фон | 0-5 | - | 200 | | - | |

Содержание химических веществ в почве г. Братска

| Ингредиенты | ПДК почвы, мг/кг | Максимальное содержание в почве г. Братска | Фоновые показатели |
|-------------|------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| Алюминий | – | 5,1 | 0,30 |
| Свинец | 6,0 | 30–90 | 10 |
| Кадмий | – | 0,45 | 0,14 |
| Медь | 3,0 | 20–110 | 10 |
| Цинк | 23,0 | 100–473 | 30–40 |
| Хром | 6,0 | 15–53,6 | 6–7 |
| Ванадий | 150,0 | 30–82 | 10 |

Наряду с фторидами и алюминием, в почвах Братска содержится цинк, медь, ванадий, свинец в количествах выше фоновых, характерных для изучаемой территории, представлены в табл. 2.

Почвы вблизи промышленных предприятий загрязнены специфическими для данных производств выбросами. Наибольшее загрязнение имеет лесная подстилка и верхний горизонт почвы до 20 см глубиной. Эта зона является корнеобитаемой, поэтому влияет на развитие растительности. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Загрязнение почвы имеет сравнительно небольшой радиус (не более 1 км).

2. Дождевая и снеговая вода с наличием загрязнения увеличивают кислотность почвы в верхних горизонтах.

3. Повышенное содержание алюминия и фтора снижает жизнедеятельность микроорганизмов, что приводит к увеличению толщины лесной подстилки в 2–3 раза по сравнению с чистыми зонами.

4. Основной причиной деградации насаждений является не столько загрязненная почва, сколько аэротехногенное загрязнение, распространяющееся более чем на 50 км.

НАКОПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ЭПИФИТНЫМИ И ЭПИГЕЙНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ

А.Н. ЖИДКОВ

Ухудшение экологической ситуации на планете заставляет искать и разрабатывать методы индикации загрязнения среды и состояния биоты, проводить обоснования допустимого техногенного воздействия человека на природные экосистемы, в том числе на леса [1–3, 6, 8]. При оценке состояния лесного фитоценоза может учитываться состояние различных элементов фитоценозов: древостоя, видового состава растительного сообщества, лишенофлоры, подлеска, травяного и напочвенного покрова. В зависимости от типа токсического воздействия при оценке состояния лесного биогеоценоза может придаваться большее значение тем или иным параметрам экосистемы. Практически все живые организмы в той или иной

степени пригодны для целей биоиндикации, естественно, если в деталях известны особенности их экологии. Однако именно лишайники, в особенности эпифитные, стали широко используемым объектом для оценки степени загрязнения воздуха. Эти своеобразные организмы дуалистической природы все необходимое для жизни получают воздушным путем, не имея при этом специальных приспособлений, предохраняющих их или регулирующих поступление в их тела различных загрязнителей. Результатом стало исчезновение многих видов лишайников на территориях со значительным загрязнением. В рамках настоящей статьи мы рассматриваем особенности накопления техногенных веществ эпифитными лишайниками сосно-

вых экосистем, подверженных техногенному воздействию.

Исследования лишенофлоры проводились в лесных экосистемах хвойно-широколиственных лесов Нижегородской области на территории Дзержинского, Балахнинского и Затонского лесхозов. Лесные массивы Дзержинского и Балахнинского лесхозов Нижегородской области подвержены воздействию промышленных выбросов предприятий городов Дзержинска и Нижнего Новгорода; лесонасаждения Затонского опытно-показательного лесхоза в Нижегородской области использованы для контроля. Первые два лесхоза находятся в западной правобережной части области; Затонский лесхоз расположен ближе к ее центру на левом берегу р. Волги и удален от Дзержинска (Нижегородской области) и Нижнего Новгорода на 50–70 км.

На объекте исследований наибольшее распространение имеют группы типов леса, приуроченные к сухим и бедным условиям произрастания – брусничная (36 %), лишайниковая (15 %) и черничная (19 %), наименьшее – сфагновая, долгомошная и травяно-болотная. Бедность субстрата является одной из причин повышенной чувствительности сосны к фитотоксикантам. На состояние лесных фитоценозов оказывают влияние выбросы промышленного комплекса города Дзержинска, объем которых до конца восьмидесятых годов прошлого века не опускался ниже 100 тыс. т/год, составляя в среднем около 150 тыс. т/год. По данным экологических служб, в середине 90 годов прошлого века годовые объемы эмиссий от стационарных источников промышленности упали до 61 тыс. т при одновременном увеличении выбросов от передвижных источников до 30 тыс. т. В составе выбросов предприятий города насчитывается свыше 50 веществ, из них 79 % неорганических и 21 % органических соединений [8].

Определение техногенных веществ в образцах эпифитных макролишайников, подготовленных по общепринятым методикам, проводилось атомно-абсорбционным, спектральным, фотоколориметрическим и химико-аналитическим методами.

Жизнедеятельность любого организма тесно взаимосвязана со средой обитания,

под которой обычно понимают совокупность абиотических и биотических условий. Благодаря совместному существованию водоросли и гриба в одном организме лишайники обладают расширенными экологическими возможностями как при заселении субстратов (поверхность камней, стволы деревьев и др.), так и освоении непригодных для многих других форм жизни климатических условий. Большинство лишайников приспособились к существованию в узких границах изменения условий внешней среды, что значительно снижает интенсивность воздействия на них других растений. Для ненарушенных лесов, как правило, характерно значительное видовое и морфологическое разнообразие встреченных на стволах и ветвях деревьев лишайников. Индикаторами ненарушенных лесов называют представителей порошокплодных кальциевых лишайников, виды семейства уснеевых, рода *Lobaria*, лишайники с цианобактериальным фотобионтом и других представителей лишенобиоты. Для таких лесов характерны относительно большой запас формируемой эпифитными лишайниками массы, частая встречаемость на поверхности почвы опавших с деревьев слоевищ.

В растительных сообществах лишайники образуют группировки, которые можно рассматривать как структурные элементы фитоценозов – синузии, то есть определенное множество растений, формирующих фитосреду. Лишайниковые синузии имеют отличные от других групп растений особенности формирования и взаимодействия с окружающей средой. Во-первых, им больше присуща автономность по отношению к другим структурным элементам растительных сообществ, чем к совокупности экологических условий данного фитоценоза. Во-вторых, лишайниковые синузии в бореальных лесах кратковременны, они не могут существовать дольше, чем субстрат, дольше, чем форофит. А поскольку дерево постоянно растет, стало быть, меняются условия на стволе, ветках, происходят определенные изменения в составе и структуре эпифитных ценозов. В-третьих, лишайниковые синузии сосновых биогеоценозов сравнительно бедны в видовом отношении.

Макро- и микроэлементы в приоритетных видах лишайников

| Наименование вида лишайника или субстрата | Средняя концентрация, мг/кг | | | | | | |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|------|-----|------|------|
| | Ионы NH ₃ ⁺ + NO ₃ ⁻ | Ионы SO ₄ ⁻² | Cd | Sr | Co | Cu | Zn |
| Эпифитные лишайники | | | | | | | |
| <i>Hypogymnia physodes</i> | 95 | 162,5 | 14,5 | 36,7 | 9 | 28,7 | 42,5 |
| <i>Evernia mesomorpha</i> | 61,1 | 142 | 12 | 32,3 | 8 | 20 | 38 |
| <i>Usnea hirta</i> | 71 | 130 | 12 | 28,5 | 5,5 | 19,5 | 34,7 |
| <i>Pseudoevernia furfuracea</i> | 82 | 146,5 | 12 | 27 | 6 | 21,7 | 31,6 |
| Эпигейные лишайники | | | | | | | |
| <i>Cladina rangiferina</i> | 61 | 120,5 | 7,7 | 18,5 | 3 | 9,5 | 25 |
| <i>Cladina mitis</i> | 52 | 101 | 8 | 17,5 | 4 | 13,4 | 23,7 |
| Кора сосны (из тех же насаждений) | 78,8 | 17,75 | 12,2 | 22,1 | 8,9 | 9,8 | 27 |

Большее видовое разнообразие характерно для эпигейных сообществах, в которых количество видов достигает 10–15. При этом проникновение новых видов в эпифитные синузиды в значительно большей степени сдерживается свойствами субстрата, условиями внешней среды, чем межвидовой конкуренцией в диффузном лишайниковом покрове. Выраженная стенопопность позволяет им существовать в специфических, не осваиваемых другими видами условиях среды. Несмотря на более низкую конкурентную мощностъ по сравнению с высшими растениями, лишайники во многом из-за малой интенсивности фотосинтеза, способны выжить в условиях, которые совершенно непригодны для цветковых растений.

Нашими исследованиями установлено, что интервал существования *Hypogymnia physodes* в сосняках зоны хвойно-широколиственных лесов довольно четко задается значениями рН 3,5–6,1 [3]. Однако существенной коррелятивной связи внутри указанного интервала между рН и проективным покрытием, к сожалению, не выявлено. Можно констатировать, что понижение рН до значений менее 3 и повышение рН более 8 токсично для всех лишайниковых синузидов. В естественных условиях, без техногенного воздействия, по данным Ю.Л. Мартин, максимальное количество эпифитных макролишайников на форофите (17 лишайников) в Эстонии отмечается при рН, равном 6,2 [5]. При этом на субстрате коры могут существовать как виды, произрастающие на кислой коре, так и виды,

характерные для широколиственных лесов и виды кальциофилы. Близ города Дзержинска Нижегородской области рН коры сосны не превышает значения 5,5.

Большая часть питательных веществ улавливается лишайниками из воздуха и дождевой воды. Поглощение химических элементов идет при этом очень быстро и сопровождается их концентрированием. Й.Й. Баркман обратил внимание на то, что способность лишайников быстро впитывать в начале дождя первые, самые концентрированные осадки, полезная в условиях дефицита питательных веществ, становится губительной в условиях загрязнения [10]. Важнейшим компонентом в питании лишайников является азот. Они накапливают в слоевищах небольшое, но довольно постоянное для каждого вида количество азота, не менее 70 % которого идет на построение белковых молекул. Преобладает по количеству глутаминовая аминокислота. Ферменты азотного метаболизма находятся в талломе в неактивном состоянии. Многоатомный спирт маннит, вырабатываемый во влажном состоянии грибом лишайника, увеличивает азотный обмен водоросли. Те лишайники, которые имеют в качестве фиксобионта зеленые водоросли (большинство видов), воспринимают соединения азота из водных растворов, когда их слоевища пропитываются водой, то есть ствoлового стока. Лишайники, имеющие в составе *Nostoc*, способны фиксировать и атмосферный азот, скорость азотофиксации последнего втрое выше, чем у зеленых водорослей [9]. Наши исследо-

вания, приведенные в табл. 1, показали, что эпифитные лишайники бедны по сравнению с высшими растениями макроэлементами, последние могут содержать азота до 2 % сухой массы, значения суммарного азота не превышают 103 мг/кг, а серы сульфатов (иона SO_4^{-2}) 177 мг/кг – *Hypogymnia physodes*. При этом эпифитные лишайники содержат от 61 до 95 мг/кг азота; напочвенные виды – меньше 52–61 мг/кг. Максимальные концентрации азотных соединений в лишайниках несколько ниже среднего содержания в коре, то есть 78,8 кг/кг. При этом эпифитные лишайники содержат от 61 до 95 мг/кг суммарного азота; напочвенные виды – меньше 52–61 мг/кг. Максимальные концентрации азотных соединений в лишайниках несколько ниже среднего содержания в коре, то есть 78,8 мг/кг. В эпифитных лишайниках обнаружена несколько большая концентрация серы сульфатов по сравнению с эпигейными видами: 130–162,5 кг/кг и 101–120,5 кг/кг соответ-

ственно, что выше среднего значения в коре – 17,75 мг/кг.

В напочвенных лишайниках отмечено меньше кадмия, стронция, кобальта, меди и цинка, чем в стволовых, особенно при сравнении с гипогимнией – в 1,5–2 раза. Кадмия в *Hypogymnia physodes* 14,5 мг/кг, а в напочвенных видах – 8 мг/кг; стронция в гипогимнии – 36,7 мг/кг, кладинах – 16,0–17,5 мг/кг; кобальта – 9 и 3–4 мг/кг; меди – 28,7 и 11,5–13,4 мг/кг; цинка – 42,5 и 23,7–25,2 мг/кг соответственно. Сосновая кора содержит микроэлементов в целом больше, чем *Cladina rangiferina* и *Cladina mitis*, но все же накапливает их меньше, чем *Hypogymnia physodes*.

Распространение эпифитных лишайников в значительной степени зависит от состава субстрата. В табл. 2 приведены химические свойства субстрата сосновых форофитов в сопоставлении с зонами распространения эпифитных лишайников.

Т а б л и ц а 2

Распространение лишайников и химизм субстрата форофита

| Наименование лишайниковой зоны | Характеристика лишайниковой зоны | рН | Концентрация в мг/кг | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|-------------------|------|------|------|------|-------|
| | | | Σ N | S-SO ₄ | Cd | Sr | Co | Cu | Zn |
| Зона А | зона процветания эпифитных лишайников в лесной экосистеме; проективное покрытие эпифитных лишайников на форофитах больше 25 % | 3,95 | 43,6 | 42,60 | 14,0 | 17,5 | 11,7 | 7,9 | 24,0 |
| | | 3,80 | 41,0 | 23,65 | 19,5 | 21 | 9,6 | 6,4 | 33,0 |
| | | 3,65 | 61,4 | 53,25 | 16,0 | 23,7 | 9,0 | 6,8 | 19 |
| | | 3,90 | 66,0 | 53,25 | 19,5 | 42,1 | 9,6 | 12,7 | 27,0 |
| | | 3,65 | 89,0 | 21,30 | 12,5 | 21,0 | 8,5 | 11,9 | 23,0 |
| | | 3,35 | 54,6 | 21,30 | 10,0 | 21,5 | 9,6 | 6,4 | 26,0 |
| Зона В | зона заметного присутствия эпифитных лишайников в лесной экосистеме; проективное покрытие на стволе форофита от 10 % до 25 % | 3,50 | 62,2 | 63,90 | 15,0 | 14,9 | 8,5 | 9,5 | 17,0 |
| | | 3,50 | 47,2 | 27,60 | 14,0 | 24,6 | 11,2 | 6,4 | 34,0 |
| | | 3,55 | 65,4 | 53,25 | 22,0 | 26,3 | 10,6 | 37,3 | 33,0 |
| | | 3,80 | 47,2 | 27,69 | 21,0 | 21,0 | 9,0 | 6,4 | 37,0 |
| | | 3,95 | 99,0 | 53,25 | 21 | 28,5 | 8,5 | 14,3 | 31,0 |
| | | 3,60 | 92,8 | 10,65 | 14,0 | 23,7 | 8,5 | 11,1 | 32,0 |
| Зона С | зона малого присутствия эпифитных лишайников в лесной экосистеме; проективное покрытие стволов форофита эпифитными лишайниками меньше 10 % | 3,45 | 85,0 | 74,55 | 17,0 | 27,0 | 11,7 | 11,1 | 38,0 |
| | | 3,85 | 51,2 | 32,0 | 19,5 | 26,3 | 7,5 | 12,7 | 30,0 |
| | | 3,90 | 66,4 | 21,3 | 26,0 | 40,3 | 10,1 | 37,3 | 53,0 |
| | | 3,70 | 75,4 | 21,3 | 22,0 | 32,8 | 9,6 | 40,7 | 39,0 |
| | | 3,85 | 104,0 | 22,5 | 19,5 | 34,2 | 11,7 | 5,6 | 49,0 |
| | | 4,00 | 95,0 | 42,6 | 16,5 | 19,2 | 8,0 | 11,1 | 32,0 |
| Зона D | эпифитные лишайники не создают визуального покрытия форофитов в лесной экосистеме; первичные талломы могут быть обнаружены микробиологическими методами | 5,40 | 263,8 | 883,95 | 53,0 | 47,4 | 11,7 | 49,2 | 156,0 |
| | | 4,65 | 308,8 | 479,25 | 36,0 | 47,4 | 10,6 | 25,4 | 72,0 |
| | | 5,30 | 356,0 | 106,5 | 53,0 | 38,8 | 9,0 | 41,2 | 61,0 |
| | | 5,20 | 326,0 | 95,85 | 28,0 | 36,7 | 8,0 | 27,1 | 68,0 |
| | | 4,90 | 260,0 | 53,25 | 32,0 | 44,7 | 10,6 | 49,2 | 130,0 |
| | | 4,20 | 185,4 | 42,6 | 36,0 | 36,8 | 9,6 | 15,9 | 125,0 |

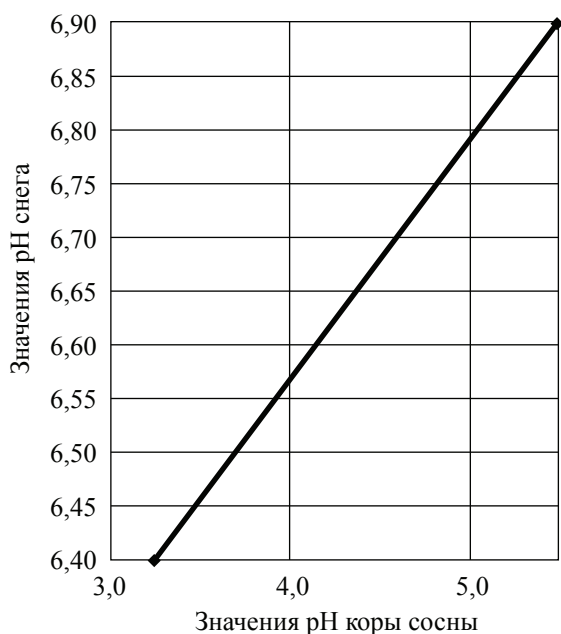


Рисунок. Сопряженность значений pH субстрата и снежного покрова

Математическая обработка результатов исследований свидетельствует об определенной связи уровня загрязнения коры и снежного покрова в насаждениях сосны. Наиболее тесная коррелятивная связь между концентрациями аналогичных химических элементов в обеих средах наблюдается по соединениям азота, меди и стронция. В данном случае коэффициенты корреляции колеблются от 0,35 до 0,47, а критерии Стьюдента и Фишера удовлетворяют уровню значимости в 0,05. Ионы SO_4^{-2} , кадмий, кобальт и цинк имеют коэффициенты корреляции меньше 0,35, что исключает какое-либо их практическое использование. Связь водородного показателя снежного покрова и коры сосны выражается коэффициентом, равным 0,50, позволяя с известной вероятностью прогнозировать изменения кислотности субстрата в зависимости от pH (кислотности) снеговых вод. Определив область существования эпифитных лишайников по величине pH субстрата, можно, используя связь кислотности коры и снега, установить распространение эпифитов в насаждениях, подверженных промышленному загрязнению (рисунок).

Эпифитные лишайники отличаются способностью аккумулировать в талломах различные химические элементы, что служит основанием использования их в мониторинге

загрязнения среды [2, 3, 7, 10]. Нами изучалось содержание макро- и микроэлементов в четырех стволовых лишайниках: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Evernia mesomorpha* (Flot.) Nyl., *Usnea hirta* (L.) G.H.Web.emend.Mot., *Pseudoevernia furfuracea* (L.) Zopf. и двух кустистых напочвенных: *Cladina rangiferina* (L.) Harm., *Cladina mitis* (Sandst.) Hale et. W. Culb. В связи с трудностью набора должной навески на стволах и очаговостью распространения эпифитных лишайников для химического анализа использовались лишайники только фонового района, таким образом, об изменении уровня аккумуляции элементов по мере приближения к источнику загрязнения мы судить не можем. С аналогичной проблемой сталкивались И.В. Лянгузова и В.В. Горшков [2].

По нашим данным, из всех изученных лишайников наилучшими биогеоиндикационными свойствами обладает *Hypogymnia physodes* – именно этот эпифитный лишайник при широком распространении в лесных экосистемах имеет максимальную способность аккумулировать поллютанты.

По нашим данным, содержание поллютантов в воздухе и выпадение их из атмосферы в количествах, обеспечивающих более чем двукратное увеличение концентрации загрязняющих веществ в коре сосны, могут приводить к ухудшению условий местопрорастания эпифитных лишайников и способствовать постепенному их исчезновению из состава сосновых фитоценозов.

Из эпифитных лишайников стволовой части наиболее устойчивым к загрязнению является вид *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Он остается на стволах последним, когда полностью последовательно друг за другом исчезают *Pseudoevernia furfuracea* (L.) Zopf., *Usnea hirta* (L.) G.H. Web. emend. Mot., *Evernia mesomorpha* (Flot.) Nyl. По нашим данным, под влиянием техногенной нагрузки наблюдается увеличение соредиообразования у *Hypogymnia physodes*.

Комлевые лишайники, представленные только семейством кладониевых, в условиях загрязнения очень часто с трудом формируют подеции, длительное время оставаясь на стадии первичного чешуйчатого таллома, что нередко затрудняет их видовую идентификацию.

цию на месте при проведении обследований. Наиболее устойчивы к загрязнению комлевые лишайники *Cladonia bacilliformis*, *C. botrytes*, *C. coneocrea*, *C. deformis*, *C. fimbriata*.

Эпигейные лишайники более устойчивы к атмосферному загрязнению по сравнению с эпифитными. Их видовое представительство снижено почти втрое по сравнению с контролем и составлено *Cetraria islandica*, *Cladina rangiferina*, *C. mitis*, *Cladonia coneocrea*, которые при проведении маршрутных обследований встречались на удалении 1,0–2,0 км от промышленных объектов и далее.

При этом наблюдается отчетливое снижение размера таллома в 2–3 раза по сравнению с контролем. Что касается *Cladina rangiferina* (L.) Harm., которая в фоновых условиях покрывает в беломошных борах до 60–80 % поверхности почвы, здесь ее проективное покрытие сокращается.

Изменение чувствительности лишайников по ряду: накипные, листоватые, кустистые (о котором так часто можно прочитать в литературе по биоиндикации) – в условиях атмосферного загрязнения является чрезмерным упрощением ситуации и не соответствует действительному положению вещей. Такое предположение было высказано исходя из положения, что чувствительность лишайников обусловлена, в первую очередь, соприкасающейся с внешней средой площадью поверхности. Тогда, действительно, у кустистых лишайников подобная площадь больше, и потому следовало бы ожидать, что они будут более чувствительными. На самом деле это не так. Комлевая синузия семейства кладониевых, имеющих кустистую, ветвистую структуру подеций, гораздо устойчивее, чем многие виды листоватых лишайников. Часто, если на стволовой части форофита присутствует одна *Hypogymnia physodes*, комлевая группировка *Cladoniaceae* значительно богаче и представлена 5–10 видами. Напочвенные кустистые ягели семейств *Cetraria*, *Cladina* нередко можно обнаружить в непосредственной близости от источников промышленных выбросов при благоприятных природных экофакторах: аллювиальных песках, влажной почве и достаточной освещенности.

Несколько иначе изменяется чувствительность лишайников к загрязнению при антропогенном рекреационном воздействии – банальном вытаптывании. При вытаптывании напочвенного покрова уменьшается доля кладин (кустистых видов) и возрастает роль в покрове представителей плагиоортотропных бородавчато- или чешуйчато-кустистых шило- или сцифовидных видов, увеличивается доля мхов. В сосняках лишайниковых и мохово-лишайниковых по мере усиления степени рекреационной нагрузки в форме вытаптывания происходит смена доминирующих в напочвенном покрове представителей группы ортотропных кустистых прямостоячих лишайников видами из группы плагиоортотропных бородавчато- или чешуйчато-кустистых шило- или сцифовидных, а затем и практически полное сведение лишайникового покрова. Это соответствует свойствам лишайников, поскольку в результате вытаптывания вначале повреждаются подеции (ортотропная часть талломов), а первичное чешуйчатое слоевище (плагиотропная часть) к вытаптыванию достаточно устойчиво и может заселять края троп и ряда других путей передвижения. Таковую смену в результате рекреационной нагрузки, вероятно, можно наблюдать во многих типах бореальных лесов Голарктики с доминированием в напочвенном покрове лишайников, поскольку при вариабельности состава лесообразующих пород эпигейные лишайники в них относительно однообразны по составу – преобладают кустистые кладины.

По лишайнологическим исследованиям Л.Г. Бязрова в 90-х годах прошлого века в пустыне Негев (Израиль), известно, что в пустынях устойчивость компонентов биологической корки почвы к механическим нагрузкам уменьшается в следующей последовательности: цианобактерии > желатинозные лишайники > чешуйчатые и корковые лишайники; мхи > листоватые лишайники [1].

В результате вытаптывания происходит механическое разрушение слоевищ, особенно сухих. Эксперименты Н.В. Малышевой и Т.Ю. Толпышевой в сосняках Звенигородского биологического стационара МГУ им. М.В. Ломоносова показали, что влажные талломы, не-

сомненно, более устойчивы к вытаптыванию, чем сухие. Для последних предельной нагрузкой в эксперименте были 500 шагов/м², тогда как для влажных слоевищ этот показатель составлял 4000 шагов/м² [4]. Чем интенсивнее была нагрузка, тем медленнее происходило восстановление лишайникового покрова.

Библиографический список

1. Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты / Л.П. Рысин, Е.Г. Мозолевская, Л.И. Савельева и др. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2004. – 302 с.
2. Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова. – Л.: Ботанический институт им. В.Л. Комарова, 1990. – 195 с.
3. Жидков, А.Н. Использование некоторых эпифитных симбиотрофов в мониторинге состояния лесных фитоценозов / А.Н. Жидков // Современная микология в России. – М., 2002. – С. 56–57.
4. Малышева, Н.В. Экологические аспекты возобновления сосны. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Т. 12. / Н.В. Малышева, Т.Ю. Толпышева. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – С. 187–203.
5. Мартин, Ю.Л. Биогеохимические аспекты криптоиндикации / Ю.Л. Мартин // Биогеохимический круговорот веществ в биосфере. – М.: Наука, 1987. – С. 95–101.
6. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский. – Пушкино, ВНИИЛМ, 2002. – 220 с.
7. Нильсон, Э.М. Кислотность субстрата как важный фактор распространения эпифитных лишайников / Э.М. Нильсон // Экология и биология низших растений. – Минск, 1982. – С. 237–238.
8. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2002 году // Государственный доклад. – М.: МПР России. 2003. – 479 с.
9. Шапиро, И.А. Азотный обмен у лишайников и его регуляция / И.А. Шапиро // Ботанический журнал. – 1986. – Т. 71. – № 7. – С. 841–850.
10. Barkman J.J. Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes. – Assen, Netherlands van Gorcum Co.N.V., 1958. – 628 p.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА «ЛЕС-НАСЕКОМОЕ» (ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ)

А.В. ГОЛУБЕВ

Под экспертной системой мы понимаем систему, объединяющую возможности компьютера со знаниями и опытом эксперта в такой форме, что система может предложить разумный совет или осуществить разумное решение поставленной задачи. Экспертная система позволяет любому лесопатологу мыслить на уровне наилучшего специалиста в данной области.

Сердцевину экспертной системы составляет база знаний, которая накапливается в процессе ее построения (собственные эмпирические данные, книги, журнальные статьи и т.д.)

Эффективность программы при решении задач зависит от знаний, которыми она обладает, а не только от моделей и схем вывода, которые она использует.

Система может наращиваться постепенно в соответствии с поступлением новых данных науки или с нуждами заказчика. Это означает, что можно в начале вложить сравнительно скромные средства, а потом наращи-

вать ее возможности по мере необходимости.

Другой полезной чертой экспертных систем является наличие у них прогностических возможностей. Экспертная система может также функционировать в качестве инструмента обработки информации или решения задачи в заданной области, давая ожидаемые ответы в конкретной ситуации, показывая, как изменятся эти ответы в новых ситуациях и каким образом новая ситуация привела к изменениям. Это позволяет пользователю оценить возможное влияние новых факторов или информации и понять, как они связаны с решением. Аналогично пользователь может оценить влияние новых стратегий или процедур на решение, добавляя новые правила или изменяя уже существующие.

Основу экспертной системы составляют разного рода модели. Хорошую модель, т.е. модель, дающую точное предсказание в достаточно обширной области применения, построить чрезвычайно трудно. Построение такой модели – это процесс, не имеющий ни-

чего общего ни со сглаживанием эмпирических зависимостей с помощью полинома или системы динамических уравнений, ни с оторванными от действительности упражнениями математиков в несуществующей области математической экологии. Это неформальный процесс поисков в природе общих закономерностей, решающая роль в которой принадлежит целенаправленному эксперименту [1].

Рассмотрим такой подход на примере работ Балтенсвейлера [3]. Динамика численности *Zeinaphena griseana* Guenee (серой лиственничной листовертки) хорошо изучена межнациональной группой ученых. Работы начаты в 1949 г. и продолжаются в настоящее время.

Программа дополняется частными исследованиями, направленными на верификацию гипотез, возникающих по мере углубления понимания закономерностей динамики численности вообще и изучаемого вида в частности.

Плотность популяции листовертки в районе исследования испытывает сильные периодические колебания с периодом 8,64 года, опускаясь до одной и менее гусеницы на дерево и поднимаясь до нескольких тысяч.

За время осуществления проекта было выдвинуто несколько гипотез для объяснения наблюдаемой картины. В первой по времени гипотезе за основу была взята эпизоотия, имевшая место в 1954 г. Бовей [5] предположил, что в случае превышения некоторого порога плотности популяции при голодании происходит активизация вируса, который находится в латентном состоянии, быстро распространяется в плотной популяции и приводит к падению численности. После начала сокращения плотности популяции увеличивается смертность, вызванная хищниками и паразитами, которая заставляет плотность популяции падать еще ниже до тех пор, пока хищники и паразитоиды не сократятся в числе, не найдя достаточного количества жертв, и эпизоотия не затухнет. Затем начинается новый подъем плотности популяции.

С *Z. griseana* связан ряд микроорганизмов. Это прежде всего *Baculovirus sp.*, затем *Entomopoxvirus sp.*, и три микроорганизма *Telohana sp.*, *Octosporea sp.*, и *Nosema*

sp., которые, однако, вместе вызывают смертность не более 1 %.

В дальнейшем роль эпизоотии была невелика. Балтенсвейлер был вынужден выдвинуть новую гипотезу: популяция растет до тех пор, пока конкуренция за пищу и ее последствия, а также ухудшение качества пищи не приводит к резкому падению плотности популяции, которое углубляется возрастом смертности, вызванной хищниками и паразитоидами. Для этой гипотезы имеются достаточно веские основания: было замечено, что после сезона, в котором имело место полное уничтожение хвои, изменяется ее химический состав (увеличивается содержание целлюлозы и лигнина, уменьшается содержание протеина). В следующем сезоне хвоя позже разворачивается и укорачивается, увеличивается доля репеллентов и ингибиторов протеиназы, терпенов как временная защитная реакция дерева. Такая хвоя неохотно поедается гусеницами. Это частью вызвано большей жесткостью, часто большим содержанием танинов и меньшим – аттрактантов. Пищевая ценность хвои уменьшается как за счет увеличения доли неперевариваемости клетчатки, так и за счет худшей абсорбции и ассимиляции.

При имитационном моделировании предполагалось, что защитная реакция развивается в ответ на 50 % и более уничтожение хвои. После 100 % объедания дополнительная смертность гусениц на защищенной хвое в первый год достигнет 75 %, во второй 45 %, в третий 35 %, в четвертый 25 % и в пятый 5 %. Кроме того предполагается, что в первый год после 100 % объедания 25 % гусениц погибает из-за неспособности проникнуть в короткие пучки хвои и за счет ее позднего разворачивания. Развившиеся из гусениц, питавшихся на хвое ранее объеденных деревьев, бабочки, имеют пониженную плодовитость: в первый год на 70 %, во второй на 40 %, в третий на 20 %.

В 1967 г. Гейер [6] на основе литературных данных пришел к выводу, что редуция качества и количества корма носит слишком локальный характер для того, чтобы объяснить повсеместное сокращение плотности популяции. Гипотеза Гейера сводится к тому, что изменения жизнеспособ-

ности *Z. griseana*, смертности яиц, гусениц и куколок, потребления корма, веса гусениц, плодовитости и эффективности заражения паразитоидами вызваны перестройками генофонда.

На фазе подъема численности доминирует «сильный тип». «Сильный тип» имеет высокую плодовитость, но чувствителен к голоданию и вирусной инфекции. В результате после того, как плотность популяции поднялась достаточно высоко, он элиминирует и уступает место «слабому типу» с низкой плодовитостью, но иммунному к вирусу и приспособленному к конкуренции за пищу, однако не резистентному к давлению паразитоидов. В ходе падения численности идет отбор «сильного типа» и все повторяется снова. Гипотеза Гейера стимулировала специальные исследования, которые в общем подтверждали ее реальность.

В популяции верхнего Энгадина было обнаружено 15 морфологических форм, которые по окраске можно разбить на четыре класса. Группа темных «лиственных» форм характеризуется хорошей приспособленностью к питанию на лиственнице, узко специализирована, имеет преимущество при температуре 18°C. Яйца испытывают большую смертность, чем яйца светлых форм при высоких температурах. Группа «кедровых» форм, характеризующихся более светлой окраской, не имеет выраженной пищевой специализации, устойчива к голоданию и ухудшению качества корма. Приспособлена к низким температурам и имеет преимущества при 10°C. Паразитоиды не отдают предпочтения ни одной из форм. Различия форм осложняется тем, что на генетические различия накладываются влияния среды. При низкой температуре, в соответствии с правилом Глогера, наблюдается потемнение обеих форм. Кроме того не исключается, что на генетические перестройки накладывается явление типа фазовой изменчивости.

Автор считает, что перестройка генофонда популяции определяет запаздывание в системе корм-фитофаг и является одной из причин, обуславливающих колебательный режим. В подтверждение изложенной точки зрения приводятся также результаты обработки участка леса инсектицидами. Была достигнута 97 % смертность и предотвращено объедание

как в текущей, так и в последующей генерации, в которой плотность популяции возросла в 15 раз. Однако на третий год после обработки на опытном участке наблюдалось падение численности, синхронное падение численности популяции на остальной территории. Синхронизация не была обусловлена деятельностью паразитоидов. Не могла она быть объяснена изменением состояния кормового растения. Поэтому результаты опыта свидетельствуют, по мнению Бальтенсвейера, в пользу гипотезы о перестройке генофонда популяции.

Описанные процессы не рассматриваются как саморегуляция. Бальтенсвейер совершенно справедливо трактует полиморфность популяции как адаптацию к переменной среде.

Ван ден Бош и Рабинге [4] построили простую имитационную модель динамики численности *Z. griseana*, отчасти объединяющую ранее высказанные гипотезы на количественной основе. С помощью этой модели было продемонстрировано, что, если существующие представления о динамике численности близки к действительности, то колебательный режим системы обусловлен как паразитоидами, так и реакцией лиственницы.

Устранение паразитоидов приводит к резкому сокращению амплитуды колебаний, но популяция стабилизируется на весьма высоком уровне.

В последних работах, посвященных динамике численности *Z. griseana*, делается заключение, что понимание этой динамики невозможно без анализа крупномасштабных миграций, совершенных бабочками.

Описанное исследование представляет пример гармоничного сочетания наблюдений, попыток объяснить эти наблюдения и построение полной имитационной модели динамики численности фитофага.

Одним из положительных качеств экспертной системы является ее постоянство. У экспертной системы более устойчивые и воспроизводимые результаты, чем у человека. Эксперт может принимать различные решения в тождественных ситуациях из-за эмоциональных факторов, в кризисной ситуации забыть важное правило из-за того, что его «поджимает время» или под влиянием стресса.

Важнейшим свойством экспертных систем является то, что их можно использовать для обучения и тренировки руководящих работников и ведущих специалистов. Ее можно использовать в учебном процессе.

И последним преимуществом экспертной системы является невысокая стоимость.

Библиографический список

1. Корзухин, М.Д. Синэкология леса / М.Д. Корзухин, Ф.Н. Семевский. – СПб.: Гидрометеоздат, 1992. – 192 с.
2. Рытова, С.В. К вопросу об использовании экспертных систем в лесозащите / С.В. Рытова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2006. – № 2 (44). – С. 246–250.
3. Baltensweiler W., The case of *Zelraphera griseana* H.b. in the European Alps. *Can. Ent.* 1964 v. 96, №6, p. 790-800
4. Bos J.V. Rabbinge R. Simulation of the fluctuations of the grey larch bud moth. Centre for Agr. Publ. and Dokument., 1976. p 1-81
5. Bovey P. Le probleme in. Proc internet montreal, 1958, v.4, p. 123-131
6. Geier P.W. The life system..... London, 1967, p. 124-136

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ КРУПНОГО ГОРОДА

А.С. АКСЕНОВ,
М.В. КУРИЛИНА

Концепция мониторинга состояния насаждений (древесной растительности) г. Москвы основана на опыте многолетних исследований кафедры экологии и защиты леса МГУЛ, разрабатывающей разные ее аспекты от методологических до практических, выполненных на конкретных объектах – лесах и городах России [3, 4].

Система мониторинга состояния зеленых насаждений и городских лесов должна быть построена с учетом действующих в Москве и лесопарковом поясе факторов дестабилизации состояния зеленых насаждений и лесов природного и антропогенного характера, масштаба и характера влияния и роли каждого из них; она должна располагать эффективными и достоверными методами и средствами диагностики и учета при нарушении устойчивости, ослаблении и локальном и массовом усыхании насаждений.

Система мониторинга состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы должна стать обязательной частью (подсистемой) экологического мониторинга города. Она должна носить адаптивный характер и быть способной к постоянному развитию и совершенствованию на основе новых научных достижений и оптимизации методов получения, обработки и использования информации.

Целью лесопатологического мониторинга является своевременное обнаружение

неблагополучных по состоянию участков леса и лесных территорий, выявление случаев массового и локального ослабления и усыхания лесов, получение своевременной и достоверной информации о нежелательных изменениях природы.

Мониторинг состояния зеленых насаждений и городских лесов Москвы должен носить комплексный характер, сочетая показатели состояния окружающей среды разного типа с состоянием зеленых насаждений и городских лесов и находя взаимосвязь между ними.

Система (сеть) постоянных пробных площадей (ПП) мониторинга состояния насаждений Москвы располагается с учетом следующих обстоятельств и признаков:

- особенностей территории Москвы, ее природно-ландшафтной и экологической неоднородности и административного деления;
- разнообразия экологических категорий насаждений и представленности этих категорий насаждений на территории Москвы;
- функционального назначения и ценности отдельных объектов;
- административного деления территории; разнообразия действующих на территории Москвы факторов природного и антропогенного воздействия на растения;
- изменчивости показателей состояния насаждений, степени их информативнос-

ти и значимости, заданных уровней точности и достоверности при их получении.

Для оценки состояния зеленых насаждений и лесов можно использовать индекс состояния насаждений, который учитывает соотношение деревьев разных категорий состояния, их размеры, степень облиственности, охвоенности или уровень дефолиации кроны и нарушенность среды. [1]

Все виды операций по сбору информации ЛПМ разделяются по периодичности (повторяемости циклов) на сезонные, ежегодные и периодические.

В процессе мониторинга выполняется четыре обязательных последовательных этапа действия: наблюдение (слежение) и получение данных (измерения и учет); их анализ и оценка ситуации; прогноз ситуации; принятие управленческих и технологических решений [2].

Результатом проведенной работы является 114 пробных площадей, заложенных на территории Москвы, из которых:

- в разных частях территории: центр – 21, срединная часть – 36, периферия – 57;
- в пределах разных округов: ЦАО – 21, СВАО – 46, ВАО – 8, ЮАО – 10, ЮЗАО – 5, ЮВАО – 8, САО – 16;
- насаждения разных пород: липа мелколистная – 44, ясень – 27, вяз гладкий – 3, клен остролистный – 11, тополь бальзамический – 24, береза повислая – 12;
- насаждения различных экологических категорий для преобладающих пород: парки – 9, скверы и бульвары – 15, дворовые насаждения – 5, уличные насаждения – 45, шоссе и проспекты – 28.

Кроме определения категории состояния насаждений и индекса состояния (is), был проведен анализ следующих статистических показателей (применялась компьютерная программа Microsoft Excel):

- среднее значение, показывающее «центральное положение» (центр) переменной и рассматривается совместно с доверительным интервалом;
- выборочная дисперсия, или квадратичное отклонение, дающая оценку разброса результатов измерений вокруг выборочного среднего (мера рассеяния);

– ошибка средней – показатель, позволяющий вместе со средним значением судить о надежности полученной средней величины изучаемого признака;

– коэффициент вариации, использующийся для сравнения рассеивания двух и более признаков, имеющих различные единицы измерения. Коэффициент вариации представляет собой относительную меру рассеивания, выраженную в процентах;

– показатель точности – как средняя ошибка, выраженная в процентах от соответствующего ей среднего арифметического.

Это позволило проследить изменение показателей насаждений: в пределах разных частей территории, округов, разных пород в пределах разных частей территории Москвы, различных категорий. В частности, больше всего интересовало изменение индекса облиственности (состояния) (табл. 1).

Как видно из приведенных данных, от центра к периферии города состояние насаждений улучшается, а их индекс облиственности (состояния) увеличивается. Увеличение доли деревьев 4–6 категорий связано с недостаточным уходом на пробных площадях, рекомендуются более интенсивные санитарные рубки. Обобщением полученных данных может стать математический анализ, который позволяет выявить значимость различных факторов для состояния насаждений. Для этого существует дисперсионный анализ данных. Целью *дисперсионного анализа (ANOVA)* является проверка значимости различия между средними значениями с помощью сравнения (т.е. анализа) дисперсий. А именно, разделение общей дисперсии на несколько источников (связанных с различными эффектами в плане), позволяет сравнить дисперсию, вызванную различием между группами, с дисперсией, вызванной внутригрупповой изменчивостью [5]. **Однофакторный дисперсионный анализ** используется для проверки гипотезы о сходстве средних значений двух или более выборок, принадлежащих одной и той же генеральной совокупности. **Многофакторный дисперсионный анализ** представляет собой более сложный вариант однофакторного анализа с несколькими выборками для каждой группы данных.

Показатели состояния насаждений, по данным перечета на ПН в 2005 г., в пределах разных частей территории Москвы

| Положение | Кол-во ПН | Кол-во дерев. | Показатели | Среднее значение | Квадратичное отклонение | Ошибка средней | Коэффициент вариации ±, % | Показатель точности, ±, % |
|------------------|-----------|---------------|------------|------------------|-------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|
| Центр | 21 | 465 | 0-1 | 44,85 | 799,75 | 6,2 | 63,05 | 13,8 |
| | | | 2-3 | 58,50 | 886,76 | 6,5 | 50,9 | 11,1 |
| | | | 4-6 | 2,16 | 22,68 | 1,04 | 220,48 | 48,2 |
| | | | Is | 4,78 | 0,65 | 0,16 | 16,87 | 3,34 |
| Серединная часть | 36 | 1043 | 0-1 | 50,79 | 793,71 | 4,6 | 55,45 | 9,1 |
| | | | 2-3 | 45,75 | 734,46 | 4,5 | 59,24 | 9,8 |
| | | | 4-6 | 3,44 | 41,15 | 1,07 | 186,48 | 31,1 |
| | | | Is | 6,34 | 1,84 | 0,23 | 21,4 | 3,63 |
| Периферия | 57 | 2330 | 0-1 | 54,06 | 796,67 | 3,7 | 52,21 | 6,8 |
| | | | 2-3 | 40,87 | 679,38 | 3,45 | 63,78 | 8,4 |
| | | | 4-6 | 4,47 | 97,24 | 1,3 | 220,6 | 29,1 |
| | | | Is | 6,59 | 1,06 | 0,14 | 15,62 | 2,1 |

Т а б л и ц а 2

Количество ПП, сгруппированных по трем факторам

| Факторы | Выделяемые группы | Количество ПП |
|----------------------|-------------------|---------------|
| Часть территории | центр | 15 |
| | середина | 16 |
| | периферия | 11 |
| АО | С, СВ, СЗ | 15 |
| | Ю, ЮВ, ЮЗ | 13 |
| | В, СВ, ЮВ | 13 |
| | З, СЗ, ЮЗ | 1 |
| Категория насаждения | парки | 3 |
| | скверы, бульвары | 10 |
| | дворы | 2 |
| | улицы | 17 |
| | шоссе, проспекты | 10 |

Т а б л и ц а 3

Индекс состояния насаждений липы в разных частях Москвы

| Часть территории | | |
|------------------|----------|-----------|
| центр | середина | периферия |
| 7,6 | 3,94 | 6,72 |
| 4,89 | 4,13 | 5,79 |
| 4,33 | 5,87 | 7,27 |
| 4,8 | 6,91 | 7,09 |
| 5,2 | 6,16 | 7,51 |
| 4,5 | 6,71 | 7,72 |
| 5,2 | 7 | 7,31 |
| 4,9 | 5,75 | 8 |
| 4,7 | 8,18 | 5,39 |
| 4,6 | 7,08 | 5,06 |
| 5,92 | 8 | |
| 8,73 | 8,49 | |
| 8,18 | 6,99 | |
| 9,4 | 7,79 | |
| | 5,12 | |

Дисперсионный анализ позволяет определить степень влияния фактора расположения ПП на состояние насаждений. Результаты обследования насаждений были сгруппированы по трем группам. Дисперсионный анализ проводился с целью определения зависимости индекса состояния насаждения от факторов расположения ПП (табл. 2).

Для проведения многофакторного дисперсионного анализа необходимо, чтобы количество учтенных ПП было одинаково для каждой группы каждого фактора, поэтому из-за недостаточного количества данных в выделенной группе удалось провести только однофакторный дисперсионный анализ (табл. 3).

Эти данные были проанализированы с помощью программы Microsoft Excel по методу однофакторного дисперсионного анализа, который используется для проверки гипотезы о сходстве средних значений двух или более выборок, принадлежащих одной и той же генеральной совокупности (табл. 4 а, б).

Степень влияния фактора местоположения ПП на территории города на состояние насаждения можно измерить с помощью выборочного коэффициента детерминации, который показывает, какая доля выборочной дисперсии объясняется зависимостью индекса состояния насаждения от фактора местоположения ПП.

Коэффициент детерминации рассчитывается как отношение суммы квадратов SS между группами к сумме квадратов SS общее $7,05/84,92 = 0,083$.

Результаты дисперсионного анализа

а.

| Группы | Счет | Сумма | Среднее значение | Дисперсия |
|-----------|------|--------|------------------|-----------|
| Центр | 15 | 87,85 | 5,8566667 | 2,9346095 |
| Середина | 16 | 104,87 | 6,554375 | 1,7933596 |
| Периферия | 11 | 75,38 | 6,8527273 | 0,9885618 |

б.

| Источник вариации | SS | df | MS | F | P-Значение | F критическое |
|-------------------|-------|----|-------|-------|------------|---------------|
| Между группами | 7,05 | 2 | 3,5 | 1,766 | 0,18441255 | 1,677721073 |
| Внутри групп | 77,87 | 39 | 1,997 | – | – | – |
| Итого | 84,92 | 41 | – | – | – | – |

Это означает, что фактор расположения насаждений в пределах разных частей территории Москвы влияет на состояние насаждений с коэффициентом детерминации 8 %. Это очень малое значение коэффициента, и поэтому мы не можем судить о достоверности результата.

Анализ полученных данных показал:

- состояние насаждений от центра к периферии города улучшается и, следовательно, увеличивается индекс состояния насаждений;

- из сравнения средних значений показателей состояния насаждений в пределах разных административных округов можем сделать вывод, что состояние насаждений напрямую зависит от экологической обстановки в районе;

- сравнив результаты статистической обработки (квадратичное отклонение, коэффициент вариации и показатель точности) по всем группам факторов (части территории с учетом пород и без него, административное деление, экологические категории насаждений), делаем вывод, что достоверным можно считать индекс состояния насаждений (I_s), так как надежность результата исследования в лесном хозяйстве будет обеспечена только в том случае, если показатель точности не превышает 5 %, следовательно, наиболее изменчив показатель суммы деревьев 4–6 категорий состояния ($\sum N_{4-6}$);

- из данных по состоянию насаждений разных экологических групп делаем вывод: их состояние зависит от степени антропогенной трансформации почвы, уровня и характера комплексного загрязнения среды, степени

и типа изменения состава и структуры компонентов биоценоза, режима содержания насаждений, от рекреационной нагрузки.

Для успешного проведения дисперсионного анализа необходимо:

- равное количество пробных площадей по всей территории города для каждой исследуемой породы в пределах разных частей, разных административных округов, разных категорий насаждений;

- охват наиболее обширной площади исследуемых территорий;

- закладка по возможности более однородных по породному составу площадей.

Библиографический список

1. Воронцов, А.И. Технология лесозащиты. / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 304 с.
2. Журнал «Лесной вестник». – 1998. – № 2(3). – 1998. – 78 с.
3. Мозолевская, Е.Г. К методологии мониторинга состояния лесов / Е.Г. Мозолевская: сб. науч. тр. – 1990. – Вып. 225. – С. 44–55.
4. Мозолевская, Е.Г. Цели и методы долговременных наблюдений за состоянием лесных насаждений / Е.Г. Мозолевская // Лесоведение. – 1986. – № 4. – С. 9–14.
5. Мониторинг состояния лесных и городских экосистем: Монография. / Под ред. В.С. Шалаева, Е.Г. Мозолевской. – М.: МГУЛ, 2004. – 235 с.
6. Москва – Париж. Природа и градостроительство / Под ред. Н.С. Краснощекова и В.И. Иванова. – М.: ЦНИИП градостроительства, 1997. – 208 с.
7. Рысин, Л.П. Леса Москвы. Опыт организации мониторинга / Л.П. Рысин, Л.И. Савельева и др. – М.: ИЛАН, 2001. – 148 с.
8. Экология крупного города (на примере Москвы): учебное пособие / Под общей ред. А.А. Минина. – М.: «Пасва», 2001. – 192 с.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ г. ОДИНЦОВО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. ЛАТАНОВ

Одинцово – районный центр, имеет статус города с 1957 г. По степени озелененности г. Одинцово является относительно благополучным. Зеленые насаждения довольно равномерно распределяются по территории города. Общая площадь озелененных территорий города составляет 333,9 га, или 24 % всей площади (данные из «Генерального плана развития Одинцово на период до 2010 г.» НИИГенплан Москвы, 1992 г.).

По интегральной оценке территориальных различий экологической ситуации в Москве и Подмоскowie Одинцовский район в «Докладе о состоянии окружающей среды в Москве за 2000–2001 годы» характеризуется относительно благоприятными условиями проживания [3].

В городе идет интенсивное строительство новых зданий и целых жилых кварталов. Проводятся значительные озеленительные работы. В то же время насаждения, ослабленные в результате негативного воздействия городской среды, требуют принятия мер по их сохранению и улучшению состояния.

С этой целью в Одинцово создана система мониторинга, в процессе которого ежегодно с 2004 г. проводятся обследования насаждений. База данных о состоянии зеленого фонда города, разрабатываемая на основе результатов работ по мониторингу, является основой для организации работ по реконструкции насаждений и повышению их устойчивости.

Согласно программе мониторинга и принципам отбора пробных площадей в качестве объектов обследования были выбраны насаждения вдоль улиц с различной интенсивностью движения: Можайского шоссе, несущего наибольшую транспортную нагрузку и имеющего наибольшую протяженность в городе, и улиц с меньшей нагрузкой – Маршала Неделина, Маршала Жукова, Любы Новоселовой.

Видовой состав древесных пород в большей степени представлен липой мелколистной, кленом остролиственным, березой

бородавчатой и пушистой, рябиной обыкновенной. Для озеленения улиц используются и декоративные кустарники, чаще всего дерен белый, пузыреплодник калинолистный, боярышник кроваво-красный, карагана древовидная, сирень обыкновенная. Помимо этих видов в насаждениях представлены: дуб черешчатый, разные виды тополей – бальзамический, черный, белый, ивы козья и ломкая, ясень пушистый, вязы гладкий и перистоветвистый, каштан конский обыкновенный. Наиболее распространенные виды в городских посадках (липа мелколистая, клен остролиственный, береза бородавчатая и береза пушистая, дерен белый, боярышник кроваво-красный) входят в основной ассортимент деревьев и кустарников Московского района [1]. Исходя из учета декоративных качеств, степени устойчивости в условиях города, обеспеченности исходным материалом для создания насаждений, Главный ботанический сад АН СССР рекомендовал эти виды в 1990 г. в качестве основного ассортимента для массовых посадок [6] и в 2005 г. включил в I группу перспективности [7].

Все эти виды относятся специалистами к наиболее адаптированным для произрастания в городе.

Обследование городских насаждений показало наличие значительного количества ослабленных деревьев липы мелколистной, в меньшей степени – клена остролистного и березы бородавчатой (рис. 1). Из литературных данных известно, что липа мелколистая и клен остролиственный требовательны к плодородию и влажности почв, береза бородавчатая к почве неприхотлива. Данные агрохимического обследования почв под посадками трех объектов обследования (Можайское шоссе, ул. Маршала Неделина, ул. Маршала Жукова) показали, что все обследованные почвы характеризуются щелочной реакцией среды (рН 7,0–8,4) и не соответствуют оптимальным значениям рН для липы мелколистной (оптимальная рН 5,7–6,8) и клена остролистного

(оптимальная pH 5,5–7,0). На фоне неблагоприятных почвенных условий значительное ослабление липы мелколистной вызвано массовым поражением деревьев в предыдущие годы тиростромозом, в результате чего произошла деформация крон и продолжается частичное усыхание приростов прошлого и текущего годов.

В условиях городских улиц клен остролистный развивает очень слабую и ограниченную в пространстве корневую систему, недостаточную для обеспечения нормального роста и развития. Асфальтовые покрытия и уплотнение почвы на приствольных площадках отрицательно сказываются на его росте [1, 4]. А.К. Фролов [9] рекомендует высаживать клен остролистный только в парках, а при хорошей агротехнике ухода и в скверах. По результатам наших обследований установлено, что на огороженных газонах или на придорожной полосе с небольшой антропогенной нагрузкой преобладают деревья клена остролистного, относящиеся к категории «без признаков ослабления».

Значительное ослабление клена остролистного происходит в местах применения противогололедных средств – около магазинов, выездов с внутридворовых территорий. Известно, что клен остролистный не переносит засоленности почвы [1]. Внешние признаки реакции деревьев на засоление – появление суховершинности, дефолиация, измельчение листы, раннее пожелтение и опадение листы.

Аналогичным было проявление ослабления берез в местах воздействия противогололедных препаратов. Береза бородавчатая как светолюбивая порода, обладающая ксероморфной структурой фотосинтетического аппарата, более устойчива к воздействию городской среды и прежде всего, по данным А.К. Фролова [9], к действию дыма и газа, чем тенелюбивые виды (липа и клен). Имея поверхностную корневую систему, береза больше других пород страдает от вытаптывания и первая гибнет при засолении. Значительное ослабление березы произошло в местах повышенной пешеходной нагрузки (пешеходные переходы, площадки около магазинов), где в наибольшей степени применяются противогололедные препараты.

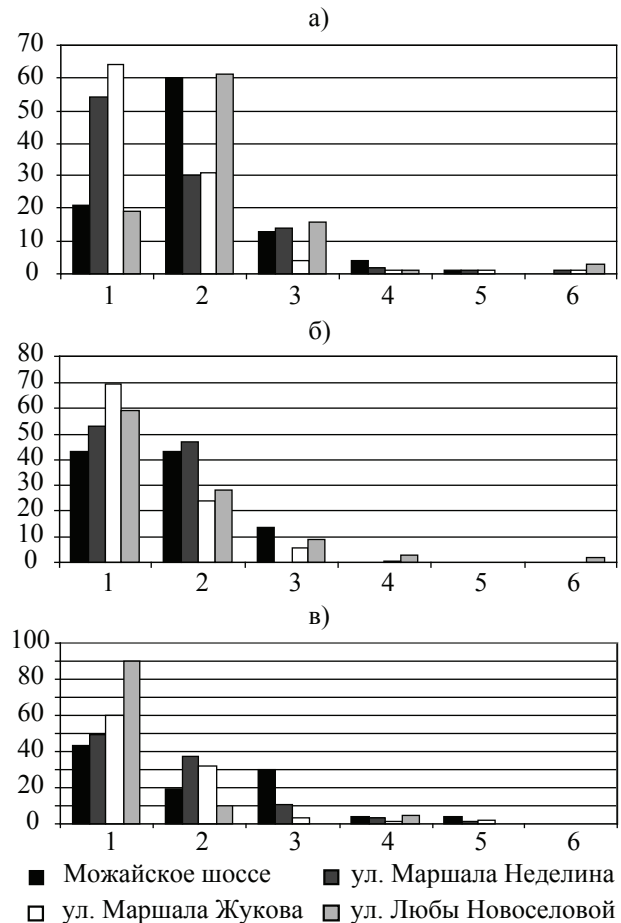


Рис. 1. Состояние лиственных насаждений на объектах обследования: а) липа мелколистная; б) клен остролистный; в) береза бородавчатая

Помимо насаждений, созданных в городе в предыдущие десятилетия, обследованы также посадки, выполненные крупномерными саженцами в 2003–2007 гг. Для посадок крупномерными саженцами, так же как для насаждений 40–60 лет, характерно преобладание ослабленных деревьев (табл. 1). Большая часть саженцев липы мелколистной ослаблена в результате поражения тиростромозом. Вероятнее всего, для посадки были использованы пораженные болезнью саженцы.

Посадки конского каштана произведены в узкой полосе газона рядом с автомобильной трассой. Известно, что конский каштан влаголюбив и требователен к богатству почвы [1, 2], а также конский каштан и липа чувствительны к солям, применяемым для оттаивания снега, содержащим NaCl. В течение вегетационного периода NaCl накапливается в листьях и верхушках побегов, вызывает некроз краев листьев и их преждевременное опадение [5].

Распределение деревьев по категориям состояния в посадках, созданных крупномерными саженцами

| Объект обследования | Распределение деревьев по категориям состояния, % | | | | | |
|----------------------|---------------------------------------------------|------|------|------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Липа мелколистная | | | | | | |
| Можайское шоссе | 27,5 | 63,9 | 3,8 | 1,0 | 0,7 | – |
| Конский каштан | | | | | | |
| ул. Маршала Неделина | – | 75,0 | 22,9 | – | 2,1 | – |
| ул. Любы Новоселовой | – | 90,0 | 10,0 | | | |
| Береза бородавчатая | | | | | | |
| ул. Маршала Неделина | 20,7 | 44,9 | 13,8 | 17,2 | 3,4 | – |
| ул. Маршала Жукова | 13,9 | 69,5 | 8,5 | 2,7 | – | 5,6 |

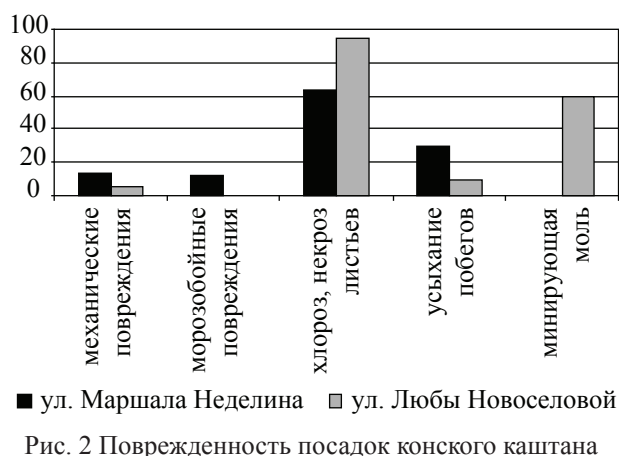


Рис. 2 Поврежденность посадок конского каштана

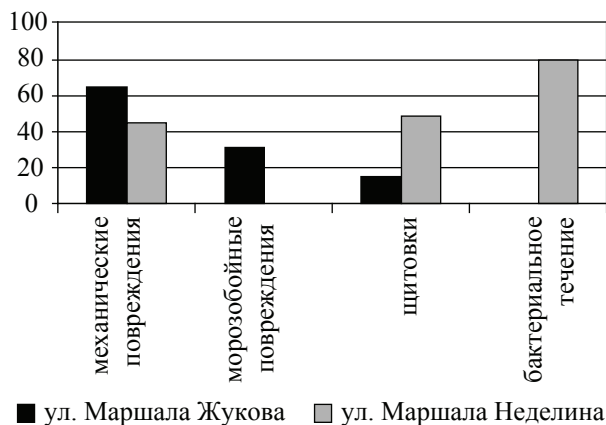


Рис. 3 Поврежденность посадок березы бородавчатой

Эти характерные повреждения наряду с другими были выявлены на обоих обследованных объектах посадок конского каштана (рис. 2). На одном из объектов были высажены саженцы, заселенные минирующей молью. Ранее этот вид вредителя на каштанах в городе отсутствовал.

На нескольких саженцах обнаружены морозобойные трещины. Кора у крупномерных саженцев тонкая, в связи с чем необхо-

димо проводить осенью побелку стволов известкой для предотвращения образования морозобойных трещин в апреле-марте.

Ослабление посадок берез вызвано рядом причин. На обоих объектах обследования отмечено значительное количество деревьев с механическими повреждениями. По характеру повреждений можно предположить, что они нанесены саженцам при выкопке посадочного материала на питомнике и посадке на объекте озеленения. В местах уплотнения почв (ул. Маршала Жукова) на стволиках березы имеются многочисленные морозобойные повреждения. Уплотнение почв, вероятнее всего, связано с ремонтом городских коммуникаций. На ослабленных деревьях выявлены поселения кокцид (запятювидной щитовки, ложной акациевой щитовки, березовой подушечницы).

Для обеспечения благополучного развития городских насаждений, в том числе и созданных посадок, необходимо соблюдение правил содержания насаждений.

Библиографический список

1. Галактионов, И.И. Декоративные деревья и кустарники для озеленения городов европейской части РСФСР / И.И. Галактионов, А.В. Ву, М.Л. Стельмахович. – М.: Стройиздат, 1966. – 227 с.
2. Громадин, А.В. Дендрология / А.В. Громадин, Д.Л. Матюхин. – М.: Akadema, 2006. – 358 с.
3. Доклад о состоянии окружающей среды в Москве за 2000–2001 годы. Департамент природопользования и охраны окружающей среды правительства Москвы. – М.: НИИПИЭГ, 2002. – 84 с.
4. Жеребцова, Г.П. Влияние дифференцированной системы ухода на биологические показатели древесных растений в городе / Г.П. Жеребцова // Повышение эффективности и качества работ в го-

- родском озеленительном хозяйстве в различных климатических зонах РСФСР: сб. науч. тр. АКХП. – Вып. 192. – 1981. – С. 43–49.
5. Лархер, В. Экология растений / В. Лархер. – М.: Мир, 1978. – 190 с.
 6. Плотникова, Л.С. Ассортимент древесных растений, рекомендуемый Главным ботаническим садом АН СССР для озеленения Москвы. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы АН СССР, Главный ботанический сад / Л.С. Плотникова, Э.И. Якушина, Н.В. Рябова и др. – М.: Наука, 1990. – 158 с.
 7. Плотникова, Л.С. Древесные растения Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина Российской академии наук. 60 лет интродукции / Л.С. Плотникова, М.С. Александрова, Ю.Е. Беляева и др. – М.: Наука. – 585 с.
 8. Предлагаемый ассортимент древесных растений для озеленения разных типов территорий в условиях Москвы. Наш дом, моя квартира, №2, «Зеленый город». – М., 2000. – С. 42–45
 9. Фролов, А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем / А.К. Фролов. – СПб.: Наука, 1998. – 327 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ОКРЕСТНОСТЯХ СУДОГОДСКОГО ВОДОЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД

А.Ю. ГУСЕВ,
В.А. ЛИПАТКИН

Судогодский водозабор подземных грунтовых вод (ПГВ) располагается на правобережной пойме р. Судогды южнее г. Судогда Владимирской области. Проектные данные показывают, что депрессионная воронка в клязьминско-ассельском горизонте по изолинии понижения 1 м будет иметь площадь 140 км². Суммарная площадь зон прогнозируемых понижений грунтовых вод на величину 1–2 метра составит 15 км², а более 0,5 м – 45 км².

Известно, что лесные экосистемы являются элементами систем более высокого иерархического уровня – геосистем. В любой геосистеме формируется определенный водный режим, заключающийся в поступлении атмосферных осадков в почву, физическом испарении части почвенной влаги, транспирации почвенной влаги растениями, фильтрации части почвенной влаги и ее оттоке, инфильтрации грунтовых вод в верхние слои почвы и т.п. Учитывая, что эксплуатация Судогодского водозабора ПГВ может происходить с изменением уровня грунтовых вод (образование воронки депрессии), в части геосистем, расположенных в зоне влияния водозабора, следует ожидать нарушения сложившихся закономерностей водного режима почв. Поскольку рост, жизненное состояние древесной растительности в значительной степени зависят от особенностей водного режима, мы вправе предполагать, что такое со-

бытие, как изменение уровня грунтовых вод, может повлечь за собой какие-либо ответные реакции и в лесных экосистемах.

Оценка состояния древесной растительности в окрестностях Судогодского водозабора ПГВ выполнена на основе анализа совокупности критериев и индикаторов, разработанных и применяемых в последние годы в государствах Европы для устойчивого управления лесами при учете всех и в первую очередь экологических аспектов лесного хозяйства [1, 2]. В качестве основных критериев, на основе которых осуществлена оценка состояния древесной и сопровождающей ее кустарниковой и травянистой растительности, были использованы следующие (нумерация критериев и их индикаторов аналогична) [2]:

- поддержание и надлежащее приумножение лесных ресурсов... (критерий № 1);
- поддержание состояния и жизнеспособности лесных экосистем (критерий № 2.);
- поддержание и сохранение продуктивных функций леса ... (критерий № 3.);
- поддержание, сохранение и соответствующее приумножение биологического разнообразия в лесных экосистемах (критерий № 4.).

Мерой (измерением) той или иной стороны указанных выше критериев служат следующие индикаторы:

1.1. Площадь лесных и других покрытых лесом земель и ее изменения (за 10 лет).

1.2. Изменения:

а) величины среднего и текущего значений радиального прироста деревьев в насаждениях;

б) возрастной структуры насаждений.

2.2. Изменения, произошедшие за последние 5 лет в распространении опасной дефолиации лесов (классы 2, 3 и 4) в соответствии с классификацией, используемой ЕЭК ООН и Европейским Союзом.

2.3. Серьезные повреждения, вызываемые биотическими или абиотическими факторами делятся на следующие группы:

а) повреждения, вызываемые насекомыми и болезнями;

б) повреждения, вызываемые охотничьими или другими животными, или же происходящие по причине выпаса скота;

в) повреждения, вызываемые неблагоприятными погодными явлениями;

г) повреждения, вызываемые воздействием пожаров.

Индикаторы, объединенные в пункт 2.3., представляют собой количественные или качественные переменные, которые на практике при биогеоэкологических исследованиях и при специализированных лесопатологических обследованиях принято измерять или описывать путем исследования таких признаков, как:

2.3.1. Дехромация листьев (хвои).

2.3.2. Дефолиация.

2.3.3. Деформация органов.

2.3.4. Некротизация органов или частей дерева.

2.3.5. Текущий естественный и патологический отпад.

2.3.6. Принадлежность обнаруженных возбудителей болезней и вредных насекомых определенной эколого-хозяйственной, фенологической и т.п. группе.

Индикаторами поддержания и сохранения продуктивных функций леса являются:

3.1. Баланс прироста и вывозки леса за последние 10 лет.

3.2. Процент лесной площади, где управление осуществляется на основе планов или директив развития лесного хозяйства.

3.3. Общая сумма и изменение объема и/или количества недревесной продукции леса.

Индикаторами поддержания, сохранения и соответствующего приумножения биологического разнообразия в лесных экосистемах принято считать такие данные, как

4.1. Изменения площади:

а) естественных и древних полустественных типов леса;

б) строго охраняемых лесных заповедников;

в) лесов, охраняемых в рамках специального режима ведения хозяйства.

4.2. Изменения количества находящихся под угрозой видов и их доли по отношению к общему числу встречающихся в лесу видов (используя списки видов, составленные Международным союзом охраны природы, Советом Европы, или же разработанную Европейским Союзом «Директиву о местах обитания».

4.3. Изменения доли насаждений, хозяйственный режим в которых ориентирован на сохранение и использование лесных генетических ресурсов (заповедные леса для сохранения генофонда, семенные насаждения и т.д.); разграничение местных и интродуцированных видов.

4.4. Изменения доли смешанных древостоев, состоящих из 2–3 пород.

4.5. Доля площади, на которой ежегодно происходит естественное лесовозобновление, по отношению к общей площади регенерации.

Внимательное изучение содержательной части перечисленных выше критериев и характеризующих их индикаторов дает основание утверждать, что решению поставленной задачи отвечают далеко не все из них. Так, например, индикаторы, используемые в качестве количественных и качественных переменных, показывающих тенденции критериев 1, 3 и 4 (1.1, 1.2.б, 3.1–3.3, 4.1–4.5), в условиях, когда лесные массивы в окрестностях Судогодского водозабора ПГВ относятся преимущественно к защитным категориям лесов 1 группы, утрачивают свои индикаторные свойства. Это вызвано прежде всего тем, что реальные изменения их значений при умеренном хозяйственном режиме могут

проявляться не через годы, а спустя многие десятилетия. Такой вариант не может быть приемлемым. Требуется более оперативный вариант, при котором используемые индикаторы состояния лесных экосистем имели бы чувствительность значительно выше, чем те, что были использованы при характеристике критериев 1, 3 и 4. К таким индикаторам относится большинство, показывающих тенденции критерия 2.

К числу источников информации, обладающих приемлемым уровнем чувствительности, могут быть отнесены также и временные ряды значений ширины радиального прироста деревьев (индикатор 1.2.а). Выбор в качестве биоиндикаторов ежегодных значений радиального прироста обусловлен тем, что, во-первых, эти данные обладают высокими интегральными свойствами при отображении общего состояния объектов, во-вторых, это практически единственный источник информации, по которому можно осуществлять ретроспективный анализ за достаточно длительный промежуток времени, что очень важно при определении трендов. Использование в качестве биоиндикаторов значений ежегодного радиального прироста выгодно еще и тем, что именно эти величины используются в расчетах оценок размеров активной биомассы и количественных изменений в круговороте биогенных веществ.

Для оценки влияния эксплуатации Судогодского водозабора ПГВ на состояние древесной растительности необходима совокупность результатов оценок изменения уровня грунтовых вод и состояния насаждений. Были детально обследованы участки древесной растительности в окрестностях Судогодского водозабора ПГВ.

Рекогносцировочное обследование проведено не только в части насаждений, непосредственно находящихся в окрестностях Судогодского водозабора ПГВ, но и в насаждениях, расположенных на удалении до 30 км выше и ниже по течению р. Судогды. Древесная растительность на обследованной территории находится в удовлетворительном состоянии. Здесь не выявлено ни одного участка с неудовлетворительным состоянием насаждений. Не было встречено участков древостоя

с текущим отпадом деревьев, превышающим допустимые при лесоустроительных работах величины, соответствующие нормам естественного отпада в 1–3 % для соответствующих возрастных периодов (индикатор 2.3.5.). Для отдельных участков (преимущественно расположенных в пойме р. Судогда) запас старого сухостоя деревьев ольхи и березы (с возрастом отмирания 5 и более лет) был достаточно высок. Принимая во внимание, что накопление этого старого сухостоя не является следствием текущих патологических процессов, при окончательной оценке состояния конкретных участков мы старались не учитывать запасы очень старого сухостоя в качестве соответствующего индикатора.

Осмотр деревьев различных пород в каждом пункте рекогносцировочного обследования показал, что рост и развитие как отдельных органов, так и деревьев в целом не сопровождается какими-либо нарушениями. Проявления массовых случаев деформаций листьев (хвои) или побегов на обследованной территории не отмечено (индикатор 2.3.3.).

Случаев массовых повреждений деревьев основного полога листо- и хвоегрызущими насекомыми было отмечено сравнительно немного (индикатор 2.3.2.). К этой категории было отнесено лишь повреждение листьев ольхи личинками ольхового листоеда, отмеченное повсеместно независимо от места произрастания деревьев этой породы относительно места водозабора ПГВ.

Во время проведения рекогносцировочного обследования не было отмечено случаев патологического изменения окраски листьев или хвои деревьев (индикатор 2.3.1.).

Признаков раннего опадания листьев или хвои деревьев не выявлено.

Случаев массовой некротизации органов или частей дерева в сезон обследования не выявлено ни у одной из древесных пород (индикатор 2.3.4.). Зарегистрировано лишь так называемое естественное самоочищение деревьев от ветвей, расположенных в нижних частях крон. Следы текущего поражения листьев и побегов грибными заболеваниями имели место в очень ограниченном числе случаев, что также не повлияло на общую оценку состояния древесной растительности.

Распределение обследованных деревьев по категориям состояния

| № ППП | Порода | Доля деревьев по категориям состояния, % | | | | | | Средняя категория |
|-----------|--------|------------------------------------------|--------|--------|--------|------|-----|-------------------|
| | | 1 (К1) | 2 (К2) | 3 (К3) | 4 (К4) | 5 | 6 | |
| ППП-2/1 | ель | 3,9 | 39,5 | 35,5 | 10,5 | 2,6 | 7,9 | 2,92 |
| ППП-№ 4 | ель | 6,7 | 73,3 | 20,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,13 |
| ППП-1/тр | ель | 27,8 | 47,2 | 20,8 | 2,8 | 1,4 | 0,0 | 2,03 |
| ППП-2/тр | ель | 42,9 | 53,1 | 2,0 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 1,63 |
| ППП-2/1 | береза | 0,0 | 56,3 | 35,4 | 2,1 | 6,3 | 0,0 | 2,58 |
| ППП-1/1 | береза | 3,2 | 54,8 | 35,5 | 3,2 | 3,2 | 0,0 | 2,48 |
| ППП-№ 4 | береза | 25,0 | 50,9 | 16,1 | 3,6 | 3,6 | 0,9 | 2,13 |
| ППП-№ 7 | береза | 50,9 | 15,8 | 28,1 | 3,5 | 1,8 | 0,0 | 1,89 |
| ППП-№ 8 | береза | 29,7 | 45,3 | 20,3 | 0,0 | 1,6 | 3,1 | 2,08 |
| ППП-№ 11 | береза | 44,8 | 34,5 | 18,4 | 2,3 | 0,0 | 0,0 | 1,78 |
| ППП-№ 147 | береза | 68,2 | 0,0 | 4,5 | 9,1 | 13,6 | 4,5 | 2,14 |
| ППП-№ 156 | береза | 28,6 | 50,8 | 15,9 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 2,02 |
| ППП-1/тр | береза | 45,8 | 39,6 | 8,3 | 4,2 | 2,1 | 0,0 | 1,77 |
| ППП-2/тр | береза | 67,9 | 10,7 | 14,3 | 0,0 | 3,6 | 3,6 | 1,71 |
| ППП-3/тр | береза | 20,0 | 52,6 | 24,2 | 2,1 | 1,1 | 0,0 | 2,12 |
| ППП-4/тр | береза | 24,1 | 47,5 | 19,9 | 3,5 | 3,5 | 1,4 | 2,19 |
| ППП-2/1 | ольха | 0,0 | 42,3 | 38,5 | 0,0 | 11,5 | 7,7 | 3,04 |
| ППП-1/1 | ольха | 14,8 | 50,0 | 27,8 | 7,4 | 0,0 | 0,0 | 2,28 |
| ППП-№ 4 | ольха | 2,4 | 16,7 | 59,5 | 14,3 | 4,8 | 2,4 | 3,10 |
| ППП-№ 7 | ольха | 26,3 | 36,8 | 36,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2,11 |
| ППП-№ 8 | ольха | 7,1 | 45,3 | 41,8 | 3,5 | 1,2 | 1,2 | 2,50 |
| ППП-№ 11 | ольха | 8,3 | 31,3 | 35,4 | 20,8 | 2,1 | 2,1 | 2,83 |
| ППП-№ 147 | ольха | 19,6 | 41,2 | 13,1 | 18,3 | 4,6 | 3,3 | 2,57 |
| ППП-№ 17 | ольха | 12,2 | 37,8 | 40,2 | 7,3 | 0,0 | 2,4 | 2,52 |
| ППП-№ 156 | ольха | 21,1 | 43,3 | 28,9 | 2,2 | 4,4 | 0,0 | 2,26 |
| ППП-2/тр | сосна | 7,8 | 56,9 | 25,5 | 2,0 | 7,8 | 0,0 | 2,45 |
| ППП-№ 7 | сосна | 21,4 | 21,4 | 50,0 | 0,0 | 7,1 | 0,0 | 2,50 |
| ППП-3/тр | сосна | 22,9 | 40,0 | 31,4 | 5,7 | 0,0 | 0,0 | 2,20 |
| ППП-1/тр | осина | 12,5 | 12,5 | 20,8 | 20,8 | 29,2 | 4,2 | 3,54 |

Детальное обследование состояния древесной растительности осуществлено в местах расположения постоянных пробных площадей (ППП) и постоянных пунктов наблюдения (ППН), заложенных с целью проведения в окрестностях Судогодского водозабора ПГВ локального лесопатологического мониторинга. В ходе детального обследования дано описание состояния 2610 учетных деревьев с указанием их породы, диаметра на высоте 1,3 м и категории состояния. Полученные сведения представлены в таблице.

Анализ данных, представленных в таблице, позволяет сделать вывод о том, что общее состояние древесной растительности на момент проведения полевых работ на указанной территории удовлетворительное. Полученные данные о состоянии древостоя

могут использоваться как основа для проведения регулярных наблюдений с целью выявления возможных отклонений в состоянии биологических систем в окрестностях Судогодского водозабора ПГВ. В дальнейшем по изменениям в оценках состояния древесной растительности, по скорости патологических процессов можно будет диагностировать изменения устойчивости лесных экосистем.

Библиографический список

1. Европейский список критериев и наиболее подходящих количественных индикаторов. Конференция министров по вопросам сохранения лесов в Европе, 16–17 июня 1993 г. Хельсинки – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – 19 с.
2. Критерии и индикаторы для сохранения устойчивого управления умеренных и бореальных лесов. Монреальский процесс: пер. с англ. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1995. – 25 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЭКСПЕДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС

А.М. КРЫЛОВ,
Д.Ф. НАЛДЕЕВ

Начиная с 2007 г., в России формируется новая система лесопатологического мониторинга. Она включает лесозащитное районирование территории Российской Федерации, создание сети постоянных площадей мониторинга, ведение мониторинга дистанционными и экспедиционными методами.

Естественно, что при развертывании такой системы активно применяются новейшие цифровые технологии. При ФГУ Российский центр защиты леса (РЦЗЛ) создан мощный ГИС отдел, для всех филиалов и полевых партий были закуплены карманные портативные компьютеры (КПК) с функцией глобального позиционирования (GPS).

В ходе полевого сезона 2007 г. авторы принимали участие в проведении лесопатологического обследования экспедиционными методами в составе полевой партии ООО «Парковая реставрация», выполнявшей работы по заказу РЦЗЛ.

Программа лесопатологического мониторинга экспедиционными методами подразумевает сбор большого объема разносторонней информации о состоянии лесов. Основными его этапами являются: авиатаксация насаждений, наземная маршрутная таксация, закладка пробных площадей, учет численности вредителей леса. В соответствии с современными требованиями собранная информация должна оперативно обрабатываться и ежемесячно передаваться в РЦЗЛ. Достичь подобного уровня оперативности возможно только с применением современных цифровых технологий ее получения и обработки.

Ключевым техническим элементом процесса сбора информации является карманный персональный компьютер (КПК) с поддержкой технологии GPS. Технология сбора лесопатологической информации с использованием КПК включает ряд необходимых элементов – это картографическое обеспечение, программа для ввода и хранения

лесопатологических данных с наличием функций верификации и обеспечения целостности хранимых данных, программное обеспечение для сбора и первоначальной обработки полевых данных и формирования оперативной отчетности в полевых условиях и программное обеспечение для камеральной обработки собранной лесопатологической информации.

Как показал опыт эксплуатации КПК в полевых партиях РЦЗЛ в течение полевого сезона 2007 г., при недостаточной проработке хотя бы одного из вышеперечисленных элементов, а также в условиях низкой компьютерной грамотности исполнителей, использование КПК существенно замедляет процесс сбора и обработки лесопатологической информации и вызывает негативное отношение сотрудников к внедрению в производство современных цифровых технологий сбора и обработки данных.

Мобильная ГИС для сбора лесопатологической информации должна соответствовать определенным требованиям, таким как поддержка пользовательских карт, возможность конвертации векторных данных из общепринятых ГИС форматов (ESRI Shape, MapInfo MIF), возможность отображения растровых данных, поддержка работы GPS и возможность сохранения координат точек учетов и маршрутов исследований.

Из протестированных нами программных продуктов полностью удовлетворяет вышеперечисленным требованиям только ESRI ArcPad.

Основой для сбора лесопатологической информации являются лесоустойчивые данные. Для использования всех преимуществ GPS навигации необходимо наличие таксационных планов в электронном варианте. Их можно получить как в виде слоев векторной лесоустойчивой ГИС, так и в виде отсканированных бумажных копий. В обоих случаях остро встает вопрос их пространс-

твенной привязки и конвертации в формат мобильной ГИС. Это обуславливает необходимость следующего компонента.

В типичной ситуации в начале работ на руках исполнителя оказываются бумажные копии лесоустроительных планов. Для использования их в мобильной ГИС необходимо их сканирование, склейка, геометрическая коррекция, привязка в системе координат и конвертация в пригодный для мобильной ГИС формат. К сожалению, лесоустроительные планы чаще всего изготавливаются с искажениями пространственного положения отдельных кварталов, просек, а часто и границ лесничеств и лесхозов.

Геометрическая коррекция и привязка таксационных планов требует использования дополнительной информации. Наиболее доступный способ – использование продукта ДЗЗ Landsat GeoCover, обеспечивающего 15-метровую точность пространственной привязки.

Основными требованиями для ввода информации является удобство ввода, надежное хранение, верификация и легкий доступ к собранным данным для проверки и коррекции ошибок.

В этом году РЦЗЛ была предложена процедура регистрации собранных данных с использованием Spred CE. В результате опытной эксплуатации было установлено, что при данном способе регистрации затруднена коррекция, верификация, учет сделанной работы, а также высока вероятность потери полученных данных.

Были протестированы различные способы ввода данных с использованием программ Excel, Spred CE, Data on the Run. Как оказалось, ни одна программа не удовлетворяет всем предъявляемым требованиям. В качестве возможного для работы был выбран Microsoft Excel ввиду привычности интерфейса и удобства ввода данных, доступность данных для просмотра и редактирования, возможность последующей обработки в стандартном программном обеспечении без привлечения специализированных программ.

В отличие от технологии, предложенной РЦЗЛ, данные записывались не в отде-

льный для каждой пробной площади файл, а в единую таблицу, что делало возможным быстрый просмотр и коррекцию ранее сделанных записей. Формирование файлов в стандартном формате, предоставляемых в РЦЗЛ, а также функции верификации, проверки и коррекции полученных данных были перенесены на стадию полекамеральных работ. Это позволило снизить затраты времени на ввод данных в КПК и значительно снизить количество ошибочных данных.

Выбранное нами решение на основе Excel является не оптимальным, а следствием отсутствия качественного специализированного программного продукта.

Полекамеральная обработка заключалась в верификации, предварительном анализе и приведении данных полевых исследований в формы официальной отчетности.

Верификация включала проверку формальной допустимости значений по типам данных и проверку правильности привязки данных глазомерной таксации и детальных работ к таксационному выделу путем сравнения лесопатологической характеристики со средними значениями по страте.

РЦЗЛ в будущем планировал добавление части вышеперечисленных функций в АРМ «Лесопатолог», однако до выпуска новой версии сложно оценить пригодность нового продукта для обработки данных в полекамеральных условиях.

В ходе полевого сезона 2007 г. вышеперечисленные функции реализовались макросами собственной разработки к MS Excel (вкуче со знаниями программирования в Visual Basic). Возможно, более качественным решением было бы применение базы данных с поддержкой языка SQL (на примере MS SQL Server). Однако база данных требует тщательного конфигурирования и написания многочисленных утилит импорта и обработки информации, что, по меньшей мере, потребует введения в штат лесопатологической партии системного администратора, а это потребует дополнительных непроизводительных затрат.

Самым узким местом является процесс анализа лесопатологической информации. Существует точка зрения, что при сборе

лесопатологической информации упор необходимо делать на заложенные по стандартной методике пробные площади, обрабатываемые по стандартным заложенным в программу алгоритмам и интерполируемым впоследствии по стратам на все насаждения района обследования. Однако в известной авторам литературе не был опубликован применимый в производстве формальный математический алгоритм обработки данных пробных площадей, способный по информации, собранной стандартной полевой партией за 1 полевой сезон, дать близкую к реальности картину состояния насаждений. Обычные статистические алгоритмы усреднения и интерполяции пробных площадей требуют для этого значительно большего количества детальных работ, чем предусмотрено действующими нормами и инструкциями. А увеличение объема трудоемких детальных работ в ущерб глазомерной таксации ведет к снижению количества обследуемых насаждений и тем самым к снижению достоверности собираемого материала. В свою очередь, для проведения качественной глазомерной лесопатологической таксации исполнителю необходимо уже в поле иметь перед глазами итоговые распределения по всем ранее заложенным пробным площадям и возможность в любой момент проверить свой глазомер моментально обрабатываемым беглым перечетом.

Поэтому напрашивается вывод о том, что в погоне за автоматизацией и стандартизацией процесса сбора лесопатологической информации нельзя создавать жесткую систему, ограничивающую лесопатолога установленными рамками и алгоритмами. В связи с этим конкретные методы анализа и оценки лесопатологической ситуации традиционно должны определяться начальниками полевых партий для каждого конкретного случая экспертным путем, исходя из местной специфики и многолетнего опыта работы. Применение программных средств не должно приводить к потере этой ценнейшей экспертной оценки и замене ее жестко алгоритмизированной процедурой. Поэтому программный продукт, используемый для анализа лесопатологической информации,

помимо расчета стандартной статистики и формирования стандартной отчетности должен, позволять создавать произвольные запросы для проверки различных гипотез о закономерностях состояния насаждений на обследуемой территории.

Таким образом, опыт полевого сезона 2007 г. показал, что применение КПК с установленной мобильной ГИС способно приводить к повышению качества и производительности работ только при соблюдении ряда условий. Это продуманная организация обработки лесопатологических данных, включая полекамеральную обработку, наличие в составе лесопатологической партии квалифицированного специалиста, владеющего ГИС инструментарием и основами организации баз данных, проведение большого объема подготовительных работ по получению и преобразованию к требуемому виду картографической и атрибутивной лесоустойчивой информации. При несоблюдении хотя бы одного из этих условий применение КПК приводит к снижению производительности и качества работ. Полученный нами в течение полевого сезона 2007 г. опыт и сделанные на его основе выводы позволят улучшить процесс получения лесопатологической информации с использованием новейших цифровых технологий.

Библиографический список

1. Лесной кодекс РФ. 24.07.2007 г. – База данных «Гарант», 2007. – 64 с.
2. Инструкция по экспедиционному лесопатологическому обследованию лесов СССР. – М., 1983.
3. Правила санитарной безопасности в лесах. 2007 г. Материалы лесного форума Гринпис России <http://forestforum.ru>
4. Сухих, В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник / В.И. Сухих. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005 – 392 с.
5. Malenovskэ, Z. Quantitative remote sensing of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.): Spectroscopy from needles to crowns to canopies/ Z. Malenovskэ/ – 2005 <http://library.wur.nl>
6. Wulder, M. A., Dymond, C. C., White, J. C., Leckie, D. G., Carroll, A. L.. Surveying mountain pine beetle damage of forests: A review of remote sensing opportunities/ M. A. Wulder, C. C. Dymond, J. C. White, D. G. Leckie, A. L. Carroll/ – 2006 <http://www.sciencedirect.com>

СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПАНИНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.В. ПАНОВА,
К.В. УСПЕНСКИЙ

Состоянию различных категорий зеленых насаждений больших городов Центрального Черноземья посвящена обширная литература [1, 3, 5–7].

До последнего времени внимание исследователей мало привлекали насаждения сельских населенных пунктов. Исследования породного состава, санитарного и экологического состояния зеленых насаждений этих населенных пунктов позволят лучше понять закономерности происхождения, формирования и развития зеленых насаждений как экологического каркаса человеческих поселений. Это даст возможность точнее определить роль различных антропогенных и природных факторов в формировании системы зеленых насаждений крупных населенных пунктов.

Существует несколько классификаций насаждений сельских населенных пунктов, основанных на особенностях структуры насаждений или на функциональных признаках. Выделяют следующие типы зеленых насаждений сельских населенных пунктов [2]: массивы, куртины, группы, одиночные посадки, рядовые, аллеи, лесные полосы различного характера и назначения, живые изгороди, кустарниковые бордюры, пристенные и шпалерные посадки, цветники и газоны. Исходя из функционального признака выделяют подразделения общего (парки, скверы, бульвары, уличные насаждения), ограниченного (насаждения при производственных зданиях, детских и лечебных учреждениях, дошкольные участки) и специального (придорожные, защитные, ветроломные, водоохранные, мелиоративные и противопожарные насаждения) назначения [8].

На территории Панинского района Воронежской области есть следующие типы зеленых насаждений: придорожные полосы, скверы, уличные насаждения, дошкольные участки.

В соответствии с разработанной классификацией [4] для выделения групп зеленых

насаждений были выбраны следующие критерии: 1 – назначение; 2 – структура с учетом наличия и состояния второго яруса, подлеска, подростка, напочвенного покрова; 3 – степень антропогенного воздействия; 4 – породный состав и показатели его биоразнообразия; 5 – возраст; 6 – характеристика основных факторов, влияющих на состояние зеленых насаждений.

Исследования, проведенные в 2004–2006 гг., позволили нам сгруппировать обследованные насаждения по следующим признакам: структура насаждений, расположение, породный состав, санитарное состояние. Исходя из этих показателей, мы выделили следующие типы насаждений Панинского района: 1) лесные полосы (независимо от их назначения); 2) зеленые насаждения поселков городского типа; 3) зеленые насаждения сел.

При оценке состояния насаждений применялась общепринятая методика перечета деревьев по породам и категориям состояния. Выделялись следующие категории состояния деревьев: 0 – без признаков ослабления; 1 – мало ослабленные; 2 – умеренно ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – сухостой текущего года; 6 – сухостой прошлых лет.

Целесообразно рассмотреть отдельно состояние насаждений разных пород.

Преобладающей породой в насаждениях Панинского района является **тополь черный** (*Populus nigra* L.). Его доля в древостоях составляет 63,4 %. Наибольшее участие наблюдается в насаждениях лесных полос (75,87 %). В селах его доля в древостое достигает 61,0 %, в поселках городского типа – 8,0 %. Состояние тополевых насаждений характеризует табл. 1.

Таким образом, состояние тополя черного заметно хуже в насаждениях поселков городского типа, что, вероятно, объясняется возрастом насаждений.

Данные о поврежденности насаждений приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Состояние деревьев тополя черного в насаждениях разного типа

| Тип насаждений и их местонахождение | Соотношение деревьев разных категорий состояния, % | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Лесные полосы | 55,7 | 27,7 | 9,7 | 4,4 | 1,2 | 0,1 | 1,4 |
| Насаждения в поселках городского типа | 6,6 | 10,0 | 30,0 | 53,3 | – | – | – |
| Насаждения в селах | 18,6 | 57,2 | 30,0 | 3,0 | – | – | – |
| В целом по району | 46,7 | 30,3 | 14,9 | 4,7 | 1,2 | 0,4 | 1,9 |

Т а б л и ц а 2

Поврежденность деревьев тополя черного в насаждениях разного типа

| Тип насаждений и их местонахождение | Доля деревьев (%) с | | | |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------|------------------------|
| | болезнями стволов | стволовыми вредителями | морозобоинами | механич. повреждениями |
| Лесные полосы | 6,0 | 3,4 | 6,7 | 14,1 |
| Насаждения в поселках городского типа | 3,3 | – | 18,3 | 58,3 |
| Насаждения в селах | 3,3 | – | 18,3 | 58,3 |

Т а б л и ц а 3

Состояние деревьев тополя пирамидального в насаждениях разного типа

| Тип насаждений и их местонахождение | Соотношение деревьев разных категорий состояния, % | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|---|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Насаждения в поселках городского типа | 80,1 | 7,4 | 5,0 | – | – | – | 7,4 |
| Насаждения в селах | 13,5 | 83,3 | 1,0 | 2,1 | – | – | – |
| В целом по району | 54,7 | 35,6 | 4,0 | 0,7 | 5,0 | – | – |

Т а б л и ц а 4

Поврежденность деревьев тополя пирамидального в насаждениях разного типа

| Тип насаждений и их местонахождение | Доля деревьев (%) с | | | |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------|---------------|------------------------|
| | болезнями стволов | стволовыми вредителями | морозобоинами | механич. повреждениями |
| Насаждения в поселках городского типа | | 14,1 | 33,91 | 12,44 |
| Насаждения в селах | 18,75 | | 20,83 | 70,83 |

Т а б л и ц а 5

Состояние деревьев березы повислой в насаждениях разного типа

| Тип насаждений и их местонахождение | Соотношение деревьев разных категорий состояния, % | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------|------|------|-----|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Насаждения в поселках городского типа | 50,0 | 23,7 | 22,4 | 2,6 | – | – | – |

Как видно, пораженность тополя черного в разных категориях насаждений существенно не различается.

Из полученных данных можно судить, что состояние тополя черного, в первую очередь, определяется возрастом насаждений, во вторую – пораженностью стволовыми вредителями и болезнями.

Второй по численности породой насаждений Панинского района является **тополь**

пирамидальный (*Populus italica* Moenc). Его доля в древостое составляет 12,6 %. В придорожных лесных полосах доля тополя пирамидального в древостое составила 6,4 %. Наибольшая доля в насаждениях с. Красный Маяк (96,0 %). В поселке Панино доля тополя пирамидального составляет 60,7 %. На остальных участках данная порода отсутствовала. Данные о состоянии насаждений тополя пирамидального приведены в табл. 3.

В табл. 4 приведены данные о поврежденности тополя пирамидального.

Анализ данных перечета показал, что часть деревьев имела морозобоины (29,4 %), механические повреждения (33,1 %), они были заселены стволовыми вредителями (9,0 %) и поражены болезнями ствола (24,8 %), а пораженность древостоя тополя пирамидального в поселке Панино по большинству показателей выше, чем в с. Красный Маяк.

Третьей по численности породой насаждений Панинского района является **береза повислая** (*Betula pendula* Roth). Ее доля в древостое составляет 5,5 %. Наибольшая доля в поселке Панино (14,8 %). В придорожных лесных полосах доля березы повислой в древостое составила 4,3 %. На участке 18 км дороги Лиман-Панино доля березы повислой составляла 32,0 %, на участке дороги Лиман-Тарасовка – 28,0 %, в парке с. Большие Ясырки – 12,0 %, в насаждениях с. Красный Маяк – 4,0 %. На остальных участках данная порода отсутствовала.

Пораженность березы повислой в насаждениях Панинского района: морозобоинами – 20,0 %, механическими повреждениями – 23,3 %, стволовыми вредителями – 1,7 %, болезнями стволов – 17,50 %.

Доля **дуба черешчатого** (*Quercus robur* L.) в зеленых насаждениях Панинского района составляет 4,5 %. При этом наблюдается крайняя неравномерность распределения данной породы по различным участкам. На участке 19-й км дороги Лиман-Панино доля дуба в древостое составляет 100 %. На других участках данная порода отсутствует.

Доля деревьев 0-й категории состояния в насаждениях Панинского района составила 2,0 %, 1-й – 16,0 %, 2-й – 46,0 %, 3-й – 24,0 %, 4-й – 4,0 %, доля сухостоя – 8,0 %. Изменения состояния за три года не наблюдалось.

Пораженность древостоя дуба черешчатого в зеленых насаждениях Панинского района: морозобоинами – 20,0 %, механическими повреждениями – 4,0 %. Изменения пораженности за три года наблюдений не обнаружено.

Таким образом, состояние дуба черешчатого значительно хуже, чем у других пород.

Доля участия **вяза гладкого** (*Ulmus laevis* Pall.) в насаждениях Панинского района составляет 3,0 %. При этом наблюдается крайняя неравномерность распределения данной породы по различным участкам. На участке придорожной лесной полосы Усманские Выселки – Павловка доля вяза в древостое составляет 66,0 %. На других участках данная порода не обнаружена.

Доля деревьев 0-й категории состояния составила 62,1 %, 1-й – 36,4 %. За три года наблюдений доля деревьев 0-й категории снизилась с 63,6 % до 62,1 %.

Пораженность древостоя вяза гладкого в насаждениях Панинского района: морозобоинами – 3,0 %, стволовыми вредителями (в основном, поселения златок местного типа) – 3,0 %. Изменений пораженности деревьев за три года наблюдений не обнаружено.

Доля **ясеня обыкновенного** (*Fraxinus excelsior* L.) в насаждениях Панинского района составляет 2,6 %. Наибольшая доля ясеня в насаждениях парка с. Большие Ясырки – 24,0 %. В придорожных лесных полосах доля ясеня составляет 2,1 %, но при этом распределение весьма неравномерно. На некоторых участках придорожных лесных полос его доля в древостое достигала 32,0 %.

Доля деревьев ясеня 0-й категории состояния ставила 3,4 %, 1-й – 25,4 %, 2-й – 59,3 %, 3-й – 11,9 %. За три года наблюдений существенных изменений в состоянии насаждений не обнаружено.

Пораженность ясеня обыкновенного в насаждениях Панинского района: морозобоинами – 29,3 %, механическими повреждениями – 43,6 %, болезнями ствола (в основном стволовыми гнилями) – 10,4 %, стволовыми вредителями (в основном малым ясеневым лубоедом) – 1,72 %. За три года наблюдений наблюдалось увеличение пораженности морозобоинами с 25,79 до 31,03 %.

В парке с. Большие Ясырки наблюдается значительно большая пораженность древостоя по всем показателям по сравнению с придорожными лесными полосами.

Доля **рябины обыкновенной** (*Sorbus aucuparia* L.) в насаждениях Панинского района составляет 2,5 %. Наибольшая ее доля отмечена в парке поселка Перелешинский

(54 %). На других участках данная порода не обнаружена.

Доля деревьев 0-й категории состояния составила 35,2 %, 1-й – 50,0 %, 2-й – 7,4 %, 3-й – 3,7 %, 4-й – 1,8 %, доля сухостоя – 1,9 %. За три года наблюдений существенных изменений не обнаружено.

Пораженность древостоя рябины обыкновенной в зеленых насаждениях Панинского района: морозобоинами – 3,3 %, механическими повреждениями – 62,96 %, болезнями стволов (в основном стволовыми гнилями) – 7,4 %. Изменения пораженности за три года наблюдений не обнаружено.

Доля **клена остролистного** (*Acer platanoides* L.) в древостое зеленых насаждений Панинского района составляет 2,09 %. Наибольшая доля в древостое отмечена в парках с. Большие Ясырки (24 %) и поселка Перелешинский (22 %). На других участках данная порода не обнаружена.

Доля деревьев 0-й категории составила 45,6 %, 1-й категории – 50,0 %, 2-й категории – 4,4 %. Состояние на двух участках заметно не различается. За три года наблюдений существенных изменений в санитарном состоянии не обнаружено.

Пораженность древостоя клена остролистного в зеленых насаждениях Панинского района составила: морозобоинами – 54,4 %, механическими повреждениями – 48,6 %, болезнями стволов и сухобочинами) – 6,1 %, стволовыми вредителями (вероятно, личинками рогахвостов) – 13,04 %. За три года наблюдалось некоторое увеличение пораженности морозобоинами и механическими повреждениями.

Доля **липы мелколистной** (*Tilia cordata* Mill.) в насаждениях Панинского района составляет 2,0 %. Наибольшая доля в древостое отмечена в насаждениях поселков Панино (32 %) и Перелешинский (4 %). На других участках данная порода отсутствует. Во всех насаждениях отмечено хорошее состояние липы, доля деревьев 0-й категории составила – 100 %. За три года наблюдений существенных изменений в состоянии деревьев не произошло.

Пораженность древостоя липы мелколистной в насаждениях: морозобоинами

– 37,5 %, механическими повреждениями – 12,5 %, стволовыми гнилями – 12,0 %.

Таким образом, для различных участков зеленых насаждений Панинского района характерны существенные отличия в породном составе. Состояние древостоев значительно лучше в зеленых насаждениях сел. Далее следуют лесные полосы. Хуже состояние насаждений поселков городского типа. Существенных отличий по пораженности в насаждениях различных групп не обнаружено.

Ведущим фактором, определяющим состояние древостоя в зеленых насаждениях Панинского района, является возраст насаждений. В то же время нельзя исключать роль рекреационной нагрузки, что выражается в большем количестве механических повреждений, обнаруженном на деревьях в поселках городского типа.

Библиографический список

1. Негроров, О.П. Зеленые насаждения Воронежа: история, санитарное состояние, динамика, основы управления / О.П. Негроров, К.В. Успенский. – Воронеж: Изд. ВГПУ, 2001. – 38 с.
2. Пряхин, В.Д. Озеленение сельских населенных пунктов. Ведение хозяйства в колхозных лесах и полезащитных полосах / В.Д. Пряхин. – М.: Лесная пром-сть, 1969. – С. 116–120.
3. Успенский, К.В. Организация системы лесопатологического мониторинга в парках Воронежа / К.В. Успенский // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: сб. науч. тр. МГУЛ. – Вып. 307 (I). – 2001. – С. 100–104.
4. Успенский, К.В. Принципы классификации городских зеленых насаждений / К.В. Успенский // Экология ЦЧО РФ, – 2004. – № 2 (13). – С. 85–87.
5. Успенский, К.В. Состояние зеленых насаждений малых и средних населенных пунктов Воронежской области / К.В. Успенский // Охрана окружающей среды на территории муниципальных образований. – 2006. – С. 152–157.
6. Успенский, К.В. Итоги комплексного мониторинга состояния зеленых насаждений Воронежа в 1999 г. / К.В. Успенский, О.А. Глазнева, О.А. Утва и др. // Лесной вестник. – № 6 (15). – 2000. – С. 140–146.
7. Успенский, К.В. Состояние зеленых насаждений на улицах Воронежа / К.В. Успенский, Т.И. Попова // Экология, мониторинг и рациональное природопользование сб. науч. тр. – Вып. 318. – 2002. – С. 79–84.
8. Шадрин, Г.Г. Озеленение сельских поселков / Г.Г. Шадрин. – М.: Московский рабочий, 1976. – 173 с.

СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЙ

А.Р. РОДИН,
С.А. РОДИН

В настоящее время основным источником энергии является минеральное сырье (газ, нефть, каменный уголь). Вместе с тем, по данным заместителя руководителя Федерального агентства лесного хозяйства России А.В. Акимова [1], пессимистические прогнозы показывают, что через 40 лет будут исчерпаны мировые запасы нефти, через 70 лет запасы газа, через 100 лет – угля. По данным, опубликованным в журнале «Государственное управление ресурсами» (2006), можно судить о том, что нефти при нынешних объемах добычи хватит на 40 лет. При этом у России нефти остается примерно на 21 год. Анализ же мирового опыта состояния и развития биоэнергетики показал, что нефти в России хватит на 30–40 лет [2]. Больше всего повезет Казахстану и Ирану, у которых «черного золота» хватит на 80 с лишним лет. Газа, по самым разным подсчетам, осталось лет на 50. По более обнадеживающим подсчетам «последние дни человечества» отодвигаются лет на 200.

Приведенные прогнозы говорят о том, что энергетические ресурсы минерального сырья будут в основном исчерпаны за одно-два поколения человеческих жизней. Вместе с тем, добыча полезных ископаемых ухудшает экологическую обстановку, которую очень трудно восстановить. В рекомендациях «Рекультивация земель лесного фонда, подвергшихся нефтяному загрязнению» (2004) предлагается проводить большой объем подготовительных работ (локализация или сбор нефти, срезка сильно загрязненного слоя почвы, внесение торфа и т.п.), после проведения которых необходим посев трав – мелиорантов. Восстановление леса в этих условиях долгое время невозможно.

Добыча минерального сырья отрицательно влияет на здоровье человека, ведет к преждевременной потере трудоспособности. В то же время происходит постоянное удорожание газа, нефти, каменного угля при одновременном нарастании дефицита этих полезных ископаемых. В связи с этим в зарубежных странах довольно широко ведутся работы по

развитию энергетики из возобновляемых источников энергии и прежде всего путем получения биотоплива. Например, в Бразилии более 30 % машин работают на биотопливе. В Швеции 80 % систем теплоснабжения используют биомассу, большей частью древесную. К 2020 г. Швеция планирует полностью прекратить использование нефти, заменив их возобновляемыми источниками энергии.

Развитие биоэнергетики в России является актуальной государственной проблемой снижения энергозависимости производств, особенно удаленных от мест добычи газа, нефти, каменного угля. Исходным сырьем для получения биотоплива в твердом, жидком и газообразном виде является биомасса, которая аккумулирует солнечную энергию в форме углеводородов растительного происхождения.

О необходимости перехода к расширенному использованию биотоплива говорится в Киотском протоколе. Из этого документа видно, что только Европейскому союзу нужно будет использовать не менее 120 млн т древесных гранул в год. Использование этого вида топлива удобнее и во многих случаях существенно дешевле, чем традиционных видов, таких как мазут, уголь, дизельное топливо, газ. При сжигании 1 т древесных гранул выделяется столько же энергии, сколько при сжигании 1,6 т древесины, 480 м³ газа, 500 л дизельного топлива или 70 л мазута. Древесные гранулы намного экологичнее традиционного топлива: в 10–50 раз меньше эмиссии углекислого газа в воздушное пространство, в 15–20 раз уменьшается образование золы, чем при сжигании угля [2].

Вместе с тем, углекислый газ, образуемый при производстве энергии из биотоплива, не относится к парниковым газам, так как биомасса и продукты ее сгорания рассматриваются как часть природного карбонового цикла. Растительные биомассы считаются одним из наиболее «благородных» видов топлива и во многих странах рассматриваются в качестве перспективного источника энергии [6].

Плотность древесины в воздушно-сухом состоянии и объемная теплота сгорания

| Порода | Плотность древесины, кг/м ³ | Объемная теплота сгорания, МДж/м ³ |
|-----------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Сосна обыкновенная | 505 | 10352 |
| Ель европейская | 445 | 9122 |
| Береза повислая | 640 | 13120 |
| Ольха черная | 525 | 10762 |
| Осина | 495 | 10147 |
| Тополь бальзамический | 455 | 9327 |
| Ива белая | 455 | 9327 |

Одним из эффективных путей использования биотоплива является его энергохимическая переработка в газогенераторных установках. В результате этого образуется газогенераторный газ, который может широко использоваться в промышленности и, в частности, в двигателях внутреннего сгорания. В России имеется опыт получения газогенераторного газа из древесины и использования его в двигателях автомашин. Так, в годы Великой Отечественной войны, когда были отрезаны основные источники ископаемых видов топлива, и в первые послевоенные годы грузовые автомашины и первый трелевочный трактор КТ-12 имели газогенераторные установки, которые загружали небольшими древесными чурками. Последние после энергохимической переработки при температуре выше 800°С и в условиях ограниченного доступа воздуха давали генераторный газ для двигателей. Этот газ не относится к парниковым, в то же время удельное поступление различных загрязняющих веществ в атмосферу в 5–100 раз меньше, чем с дизельными выхлопами [7].

Постановка проблемы газификации древесины важна сегодня и для России. По данным А.В. Акимова [1], использование биотоплива в России позволит сократить на 45–50 % объем потребления минерального сырья, необходимого для производства тепловой и электрической энергии. Одним из источников биотоплива является древесная биомасса. В связи с этим необходимы комплексные системные исследования и создание экологически и технологически обоснованных энергетических плантаций лесных растений.

При выборе древесных пород для энергетических плантаций необходимо учи-

тывать плотность выращиваемой древесины, от которой зависит теплота сгорания; интенсивность нарастания древесной биомассы в течение жизни насаждения. Плотность древесины и объемная теплота сгорания различны (табл. 1).

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что береза и ольха имеют большую плотность древесины и объемную теплоту сгорания, чем сосна обыкновенная. Плотность древесины ели и объемная теплота сгорания ниже всех приведенных в табл. 1 лиственных пород. Следовательно, ель нецелесообразно вводить в энергетические плантации. Имеющиеся рекомендации в этом плане требуют проверки. Не следует выращивать плантации из сосны обыкновенной, так как объемная теплота сгорания древесины не имеет существенных преимуществ перед упомянутыми лиственными древесными породами. В то же время сосна дает ценную древесину для столярно-мебельного производства. Использование ее древесины в этом случае даст наибольший экономический эффект. Древесина лиственных пород также предпочтительна для получения газа, используемого в двигателях. Смолопродукты, образующиеся при повышенных температурах из компонентов физиологической смолы хвойных пород, вызывают затруднения в работе системы питания двигателей внутреннего сгорания.

При организации энергетических плантаций лесных растений необходимо подбирать возрастной период в жизни дерева с таким расчетом, чтобы интенсивность нарастания древесной биомассы была максимальной, и с учетом этого устанавливать оптимальный возраст рубки.

Древесные породы, рекомендуемые для выращивания лесных энергетических плантаций

| Порода | Зона | | | | Метод искусственного выращивания плантаций | | |
|-----------------------|---------------|-------------|-----------------|-------------|--------------------------------------------|----------|----------|
| | Лесная | | | Лесостепная | черенками | сеянцами | in vitro |
| | средней тайги | южной тайги | смешанных лесов | | | | |
| Береза повислая | + | + | + | + | – | + | + |
| Осина | + | + | + | + | – | + | + |
| Тополь бальзамический | – | – | + | + | + | – | + |
| Тополь черный | – | – | + | + | – | + | + |
| Тополь белый | – | – | + | + | – | + | + |
| Ольха черная | – | + | + | – | – | + | + |
| Ива белая | + | + | + | + | + | – | + |
| Ива ломкая | – | + | + | + | + | – | + |
| Ива пятитычинковая | + | + | + | + | – | + | + |

Например, исследования проф. В.К. Попова в Воронежской области показали, что береза, произрастающая на черноземовидных супесях, интенсивно растет в первые 20–30 лет. Так, в 25-летнем возрасте культуры березы имели запас древесной биомассы, равный 249 м³/га. К 48 годам, то есть за 23 последующих года, биомасса увеличилась только на 59 м³/га. Сырая масса древесины в 25 лет составила 214,4 т/га, а в 48-летнем – 297,7 т/га. Следовательно, увеличение массы ствола произошло только на 83,3 т/га. Абсолютно сухая биомасса древесины ствола увеличилась с 124,8 т/га до 162,6 т/га, то есть лишь на 37,8 т/га. Береза обладает высокой энергией роста в первые 2–3 десятилетия, после чего рост ее резко снижается. Тополь также обладает быстрым ростом на раннем этапе онтогенеза. Например, в Восточном Приазовье растущие на ракушечниках в типе условий местопроизрастания В₃ культуры тополя канадского в 22-летнем возрасте достигали 20,5 м высоты, а тополя пирамидального в 32-летнем возрасте – 24,6 м при диаметре ствола, соответственно, 34,7 и 48,6 см [4].

Анализ хода роста лиственных пород (березы, ольхи, осины, тополя, ивы) показал, что наибольший эффект по образованию древесной биомассы дадут энергетические плантации при обороте рубки в 30 лет. В этом случае имеется возможность получить больше древесной биомассы, чем при более длительном сроке выращивания. Так, при двух оборотах рубки по 30 лет образуется древес-

ная масса на 13–16 % больше, чем при непрерывном выращивании древесных пород до 60 лет. Увеличение возраста выращивания до 80 лет еще более нецелесообразно. Прирост древесной биомассы с 60 до 80 лет в 2,3–2,7 раза меньше, чем ее прирост за первые 20 лет. Необходимость выращивания энергетической плантации лиственных пород до 30 лет кроме того объясняется: интенсивным вегетативным возобновлением после рубки, что позволяет без особых затрат получить последующие генерации, которые будут расти даже несколько лучше; наибольшей способностью молодняков поглощать углерод. Объем его ежегодного депонирования превышает или близок к 2 т/га [7].

Эти насаждения являются эффективной природной системой, снижающей парниковый эффект и положительно влияющей на окружающую природную среду.

Для закладки энергетических плантаций следует использовать древесные породы, приведенные в табл. 2.

Рекомендованные в табл. 2 древесные породы необходимо высаживать в плантации с учетом биологической потребностей лесных растений к условиям произрастания. Для закладки энергетических плантаций следует использовать потомство селекционно отобранных быстрорастущих форм, выведенных гибридов и сортов древесных пород. Это позволит наиболее быстро реализовать результаты селекции и генетики за счет вегетативного размножения отселектированных и выведен-

ных новых форм быстрорастущих древесных пород, с сохранением у потомства ценных признаков материнского растения и вновь созданных, а также получить максимальный прирост древесной биомассы. В этом плане накоплен определенный опыт НИИЛГиС, ВНИИЛМ, МГУЛ, СПбЛТА, ВГЛТА и другими научными и учебными подразделениями. Например, в лесах России найдены деревья исполинской осины [3, 9], которые обладают усиленным ростом и превосходят одинаковые по возрасту деревья осины по высоте на 28 %, по диаметру на 97 %. Кариотипический анализ показал, что исполинская осина является триплоидом. Исследованиями различных интродуцированных форм осины и ее гибридов в Воронежской области установлено, что в 24-летнем возрасте их высота, по данным Р.П. Царевой, составляла 18,6–25,5 м, диаметр ствола – 20,3–36,3 см и объем ствола – 0,29–1,10 м³. Сортоиспытание различных клонов, гибридов и сортов тополей, проведенное в той же области, показало, что в 21-летнем возрасте они имели высоту 23,9–28,9 м, диаметр ствола 25,2–43,0 см [8].

Хороший рост тополя бальзамического наблюдался в обычных культурах, расположенных на суглинистых почвах при уровне грунтовых вод 1,8–2,2 м в зоне смешанных лесов. Тополь был посажен при размещении 5,0 × 0,8 м. В междурядья главной породы высаживали ряд рябины обыкновенной или вяза обыкновенного, при том же шаге посадки. В 20-летнем возрасте культуры имели запас, равный 224,3 м³/га, при этом древесная биомасса рябины составляла 3,0 %, вяза – 2,8 %.

В перспективе для создания лесных энергетических плантаций следует применять быстрорастущий посадочный материал, например выращенный в условиях *in vitro* с использованием генно-инженерных и клеточных методов и технологий. Микроразмножение позволяет получить генетически однородный посадочный материал, характеризующийся быстрым ростом, ранним вступлением в фазу плодоношения и возможностью получения безвирусного посадочного материала. Качество древесины и ее основные показатели при этом не изменяются. Дальнейшие исследования по выращиванию посадочного материала в условиях *in vitro* должны быть направлены

на более эффективное преобразование энергии солнечного света в химическую энергию и получения лесных растений, более стойких и выносливых к неблагоприятным условиям среды и техногенным воздействиям.

Исследования по выращиванию посадочного материала лиственных древесных пород методом клонального микроразмножения успешно проводились и проводятся в следующих научных подразделениях:

| Научные подразделения | Размножаемая порода |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Институт леса Карельского Научного центра РАН | береза карельская |
| СПбНИИЛХ | осина |
| Южносибирский ботанический сад Алтайского государственного ботанического сада | липа, ольха черная |
| Ботанический сад Института Уфимского научного центра | тополь, гибриды тополя с осинкой |
| НИИ лесной генетики и селекции | тополь сереющий – спонтанно-гибридный вид от скрещивания тополя белого и осины |
| Центральный сибирский ботанический сад СО РАН | ольха серая |

Размещение древесных пород на плантации в определенной степени зависит от разрастания крон. Анализ собранного материала показал, что в 20-летних культурах средний диаметр кроны тополя бальзамического и березы повислой составил 3,4 м. Это является основанием рекомендовать при создании лиственных лесных энергетических плантаций при выращивании до 30 лет, расстояния между рядами целевых пород не более 3 м и шага посадки 1 м. С целью получения большей биомассы в междурядья плантаций целесообразно высаживать по 1 ряду древесных пород-уплотнителей, дающих после рубки естественное вегетативное возобновление (рябина обыкновенная, вяз обыкновенный, клен остролистный, липа мелколистная и др.). При этом рубку целевой породы и уплотнителя производить одновременно с использованием всей биомассы путем ее брикетирования.

Брикетирование – один из интенсивных методов повышения калорийности генераторного газа. В настоящее время за рубежом

осуществляют брикетирование древесной биомассы с получением гранул, названных пиллетами.

Древесное биотопливо – это дрова, древесные отходы и порубочные остатки. По нашему мнению, ориентироваться на использование порубочных остатков не всегда перспективно. Установлено, что после лесозаготовки древесины порубочные остатки составляют 10–20 м³/га [5]. При этом для их вывозки отходы первоначально надо собирать в кучи вручную, а затем механизированно подбирать и транспортировать. Это требует больших затрат ручного труда и машино-смен. Полностью механизированный сбор порубочных остатков на вырубке при нынешней технике, может быть путем сдвигания их в валы и кучи. Однако в этом случае нарушаются экологические условия рубок, а в кучи и валы, наряду с древесиной, попадут почва и нежелательные предметы. Вместе с тем известно, что при получении древесных гранул в процессе прессования не допускается попадание в массу посторонних примесей. В то же время рубки могут быть расположены вдали от газогенераторных установок.

Технология заготовки древесной биомассы должна обеспечивать сохранение почвенной экологии, не нанося при этом механических повреждений корням и пням, являющимся источником естественного возобновления срубленного лесного растения.

Проблема получения биотоплива привлекла внимание России. Энергетическая стратегия России на период до 2020 г. утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации 28 августа 2003 г. № 1234. Одним из путей выполнения стратегии является создание высокоэффективных лесных энергетических плантаций. С этой целью необходимо продолжить исследования по отбору новых форм и выращиванию быстрорастущего посадочного материала с использованием генно-инженерных и клеточных методов и технологий. Вместе с тем особое внимание необходимо уделить теоретическим и экспериментальным исследованиям по выращиванию посадочного материала лесных растений с более плотной древесиной, повышенной теплотой сгорания и устойчивой к грибным заболеваниям. Этого можно достичь с

помощью генной инженерии. В недалекой перспективе в России должны найти применение высокоэффективные лесные энергетические плантации и технологии брикетирования всей биомассы, растущей на плантации, с ее газификацией в стационарных и передвижных газогенераторных установках с последующим при необходимости закачивании газа в баллоны. Создавать лесные энергетические плантации следует непосредственно около перерабатывающих предприятий, на площадях, обеспечивающих непрерывное, неистощительное лесопользование при обороте рубки в 30 лет. Получение биомассы на плантациях позволит механизировать все работы по выращиванию древесины, ее заготовке и переработке как при первой генерации, так и последующих, образующихся в результате вегетативного возобновления. Искусственно созданные лесные плантации более продуктивны, чем естественные леса, благодаря созданию выращиваемым растениям благоприятных экологических условий и использованию быстрорастущего посадочного материала.

Библиографический список

1. Акимов, А.В. Энергия лесных запасов / А.В. Акимов // Российская лесная газета. – Июнь 2006. – № 24–25 (154–155).
2. Биоэнергетика: Мировой опыт и прогноз развития. Научно-аналитический обзор. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007 – 204 с.
3. Иванников, С.П. Селекция осины в условиях центральной лесостепи по быстрому росту и устойчивости против гнили. Быстрорастущие и хозяйственно-ценные породы / С.П. Иванников. – М.: изд. МСХ СССР, 1958. – С. 94–99.
4. Максименко, А.П. Облесение песчано-ракушечных почв Восточного Приазовья: монография / А.П. Максименко. – Краснодар: Кубанский учебник, 2002. – 287 с.
5. Никишов, В.Д. Комплексное использование древесины: учебник / В.Д. Никишов – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. – 264 с.
6. Писаренко, А.И. О некоторых современных задачах лесного сектора России / А.И. Писаренко, В.В. Страхов // Лесное хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 5–7.
7. Таранков, В.И. Мониторинг лесных экосистем / В.И. Таранков. – Воронеж: ВГЛТА, 2006. – 300 с.
8. Царева, Р.П. Гибридизация настоящих тополей в Воронежской области / Р.П. Царева // Гибридизация лесных древесных пород: сб. науч. тр. – Воронеж.: ЦНИИЛГиС, 1988. – С. 49–61.
9. Яблоков, А.С. Воспитание и разведение здоровой осины / А.С. Яблоков. – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 433 с.

ОСОБЕННОСТИ УСКОРЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ САЖЕНЦЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

А.Б. АГЕЕВ

Исследования направлены на поиск эффективных, экологически чистых способов ускоренного выращивания качественных саженцев кедра сибирского, наиболее полно учитывающих его биологические особенности.

Основной способ размножения кедра сибирского – семенной. Поэтому от качества семенного материала зависит и качество выращиваемых саженцев. Лучше использовать семена, собранные с плюсовых деревьев в низкогорных районах Северо-Восточного Алтая и Западных Саян. В этих местах сосредоточен наиболее ценный генофонд кедра сибирского.

Семена кедра обладают глубоким физиологическим покоем, что позволяет им длительное время сохранять жизнеспособность в неблагоприятный период и обеспечивает в естественных условиях сохранение вида, так как прорастание орешков и последующее развитие всходов протекает в наиболее благоприятное время. Для преодоления глубокого семенного покоя требуется стратификация (длительное выдерживание семян во влажном, хорошо аэрированном рыхлом субстрате при пониженной температуре около 0 °С).

Были испытаны разные способы стратификации семян кедра. На рис. 1 сравнивается эффективность наиболее экономичных способов – осеннего посева и снегования.

Семена заготавливались 20–22 августа 2004 г. с урожайных кедров около пос. Артыбаш и Кебезень (Турочакский р-н Республики Алтай). Для посевов были отобраны наиболее крупные и зрелые семена. Сразу после сбора семена были высушены и хранились в сухом, темном, прохладном помещении.

Перед осенним посевом и снегованием семена 2 часа замачивались в 0,5 % растворе марганцовокислого калия, затем двое суток замачивались в чистой воде. После флотации недоброкачественные семена (плавающие на поверхности воды) были удалены. Были выполнены 3 варианта опыта:

опыт №1 – осенний посев 03.10.04 (семена из пос. Артыбаш);

опыт №2 – осенний посев 03.10.04 (семена из пос. Кебезень);

опыт №3 – снегование с 12.12.04 по 07.04.05 (семена из пос. Артыбаш).

Осенью семена высевались в деревянный ящик высотой 20 см. Под ящиком была закреплена металлическая сетка для защиты семян от повреждения кротами. Сверху ящик был накрыт рамкой высотой 8 см с металлической сеткой для защиты посевов от мышей и птиц. Использовалась легкая песчаная почва (содержание илистых частиц 7,4 %).

Для стерилизации почва пропаривалась. Семена высевались точно по шаблону с размещением 5 × 5 см (глубина заделки семян – 1,5 см). Дополнительно использовалась наиболее стерильная мульча – свежие сосновые опилки слоем 3 см [11]. Посев обильно поливался водой.

Перед снегованием предварительно замоченные семена смешивались с влажными сосновыми опилками в соотношении 1 : 4 и помещались в пластиковые перфорированные контейнеры. Контейнеры были установлены во время оттепели на приподнятом, хорошо дренированном месте и сверху засыпаны слоем утрамбованного снега толщиной 1 м.

Весной семена были извлечены из-под снега и 1 сутки прогревались перед посевом при температуре +15°С. Стратифицированные под снегом семена были посеяны 8 апреля 2005 г. по той же технологии, что и семена осеннего посева.

Анализ графиков на рис. 1 показывает, что при осеннем посеве появление всходов началось 7 мая 2005 г., на 8 дней раньше, чем при весеннем посеве, и семена отличались более высокой энергией прорастания (более 80 % за 2 недели). При весеннем посеве энергия прорастания семян за 2 недели была около 50 %. Кроме того, при осеннем посеве грунтовая всхожесть составила 98 % (опыт № 2), а при весеннем – только 65 % (опыт № 3).

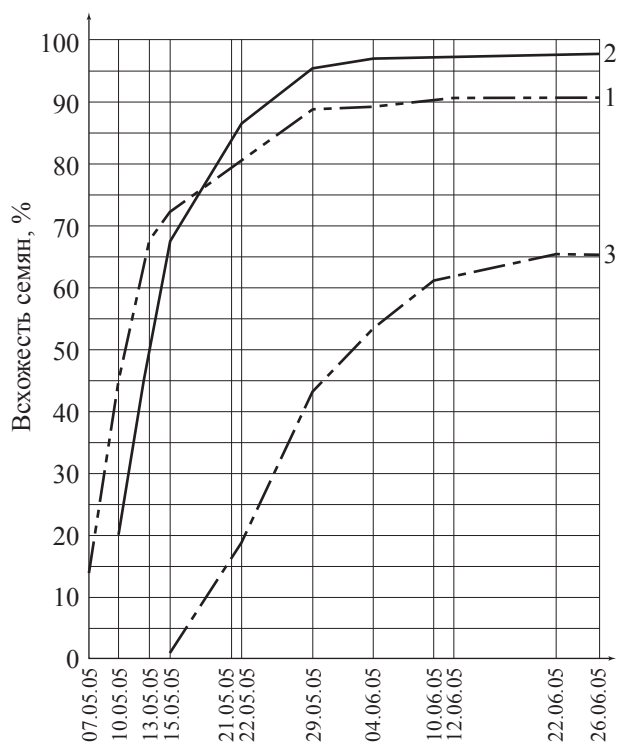


Рис 1. Динамика прорастания кедровых семян после осеннего посева (1 и 2) и стратификации под снегом в течение 4-х месяцев (3)

Осенний посев, наиболее близкий к естественному процессу подготовки семян к прорастанию в кедровой тайге, оказался намного эффективнее весеннего посева после снегования. Но он редко применяется в европейской части страны из-за отсутствия семян кедров ко времени посева (начало октября).

Для решения этой проблемы были выполнены прививки кедровых черенков на хорошо развитые сосновые подвой (возраст сосен 10–12 лет). Черенки заготавливались в Ивантеевском дендрарии и с урожайных кедров на Алтае. Прививки выполнялись свежезаготовленными черенками 29 июля и 26 августа 2004 г. способами: вприклад сердцевинной на камбий и врасщеп. Плодоношение началось на второй год после прививок.

Несмотря на наличие явления несовместимости привоя с подвоем [5], прививки являются достаточно долговечными, что подтверждается многолетним опытом Ивантеевского питомника.

По данным А.И. Северовой, на 12-летних прививках образуется до 42-х шишек на одном дереве [10]. Такие прививки позволяют быстро создать лесосеменную базу кедров

сибирского в европейской части страны, клонируя наиболее ценные формы этой древесной породы.

Биологически кедр хорошо приспособлен к суровому континентальному климату, поэтому сеянцы и саженцы кедров обладают очень высокой стойкостью к холоду. Они не боятся весенних заморозков в отличие от ели. Поэтому нежелательно использовать пленочные теплицы для ускорения роста сеянцев кедров. В них кедров попадают в неестественные условия повышенной влажности и очень высокой температуры в дневные часы. Побеги вырастают «изнеженными», что требует постепенной адаптации их к зимним условиям. Кроме того, в теплицах повышается вероятность заболевания сеянцев (в т.ч. фузариозом).

Всходы кедров не боятся солнечных ожогов корневой шейки и поэтому не требуют затенения. Несмотря на высокую теневыносливость, сеянцы и саженцы кедров растут лучше при полном солнечном освещении [12].

Особенность кедров — очень медленный рост надземной части в первые годы по сравнению с быстрым развитием корневой системы [3]. Вместе с тем кедр в первые годы обладает большой вегетативной способностью. Это, в частности, проявляется в быстрой регенерации утраченных частей побегов и корней и появлении придаточной корневой системы при создании оптимальных для этого условий.

Особенностью минерального питания кедров является его высокая калиефильность. Присутствие фосфора в почве улучшает рост кедров, а избыток азота подавляет развитие корневой системы [4]. Эти биологические особенности кедров были учтены при выращивании саженцев.

Ускорение роста надземных частей кедров достигалось за счет раннего формирования мощной мочковатой корневой системы и создания максимально комфортных условий для развития корневых систем.

Редкий точечный посев семян с шагом 5 × 5 см позволил извлекать всходы кедров из посевного ящика, не тревожа еще не проросшие орешки. После подрезки корешков на 1/4 длины всходы высаживались для доращивания в ящики, заполненные легкой плодородной песчаной почвой. Состав почвы приведен в табл. 1.

**Агрохимическая характеристика почвы, используемой
для выращивания саженцев кедра**

| рН | P ₂ O ₅ , мг/кг | K ₂ O, мг/кг | Гумус, % | Азот нитратный, мг/кг | Азот аммиачный, мг/кг | Гранулометр. состав, % |
|-----|---------------------------------------|-------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 5,7 | 82 | 100 | 5,85 | 11,48 | следы | 7,9 (песок) |

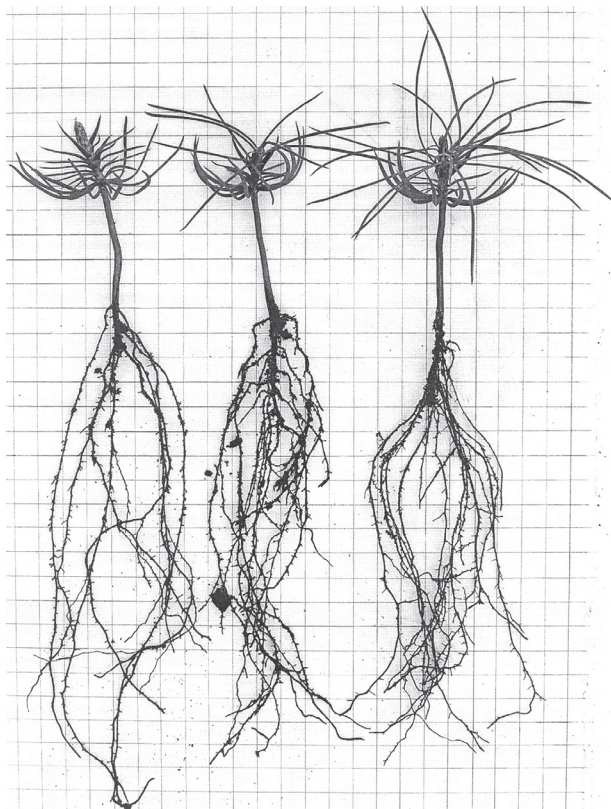


Рис. 2. Однолетние сеянцы кедра сибирского (шаг координатной сетки – 1 см)

Для образования на корнях кедров микоризы, улучшающей минеральное питание саженцев, использовался лесной гумус, содержащий мицелий грибов-симбионтов. Для стерилизации почва пропаривалась.

За две недели до посадки почва была обработана микробиологическим удобрением «БАЙКАЛ-ЭМ1» и накрыта черной мульчпленкой. Всходы высаживались в разрезы в пленке с размещением 8 × 10 см. Посадочные ящики устроены так же, как и посевные. Для ускорения корнеобразования высаженные всходы под корень поливались раствором индолилмасляной кислоты.

Через неделю после подрезки у всходов отрастали боковые корешки длиной до 8 мм и начиналось активное формирование мочковатой корневой системы. Слабая подрезка не дает положительного эффекта.

Стержневой корешок раздваивается и образования корневой мочки не происходит.

Использование легкой плодородной песчаной почвы в сочетании с ранней подрезкой корешков и мульчированием почвы черной пленкой позволяет уже к концу первого сезона вегетации получить хорошо развитые сеянцы с мочковатой корневой системой длиной до 25 см. Средние по уровню развития сеянцы показаны на рис. 2.

Подтвердилась эффективность ранней подрезки корешков всходов кедров [6] и использования черной мульчпленки [8] для ускорения роста кедров. Большинство сеянцев за сезон вегетации дали вторичные приросты, которые начались во второй декаде июля 2005 г.

Черная мульчпленка повышает температуру почвы в зоне корней, сохраняет почвенную влагу, препятствует вымыванию питательных веществ из почвы. Под пленкой активизируется деятельность дождевых червей и почвенных микроорганизмов. Почва остается по всей глубине влажной и рыхлой. Пленка подавляет развитие сорняков. Отпадает необходимость в частых поливах, прополке и рыхлении почвы, при которых повреждаются корешки кедров.

Уход за всходами в период вегетации состоял в опрыскивании надземных частей кедров в сухую погоду водой и трехкратной подкормке раствором сульфата калия (20 г/10 л воды). В конце 1-го сезона вегетации всходы были высажены в пластиковые контейнеры объемом от 2,5 до 5 литров. В дне контейнеров были сделаны дренажные отверстия. Перед посадкой в контейнеры корешки кедров подрезались до длины 15 см.

При выращивании саженцев древесных пород в контейнерах нежелательно использовать торф. Даже в смеси с песком он не является лучшим субстратом, так как сильно задерживает влагу, что представляет большую опасность для распространения корневой гнили, т.к. почвенный ком изнутри не проветривается и тормозится процесс роста корневой системы [9].

Т а б л и ц а 2

Биометрические показатели двухлетних саженцев кедр сибирского, выращиваемых в контейнерах объемом 2,5 л

| Показатель | <i>M</i> | $\pm m$ | $\pm b$ | <i>V</i> , % | <i>P</i> , % |
|---------------------------|----------|---------|---------|--------------|--------------|
| Диаметр корн. шейки, мм | 4,2 | 0,11 | 0,5 | 11,9 | 2,6 |
| Высота до верх. почки, мм | 98,6 | 4,5 | 20,2 | 20,5 | 4,6 |

Т а б л и ц а 3

Агрохимическая характеристика почвы, используемой для выращивания саженцев кедр в контейнерах и с открытой корневой системой

| Варианты опыта | pH | P ₂ O ₅ , мг/кг | K ₂ O, мг/кг | Гумус,% | Азот нитратный, мг/кг | Азот аммиачный, мг/кг | Гранулометр. состав, % |
|----------------|-----|---------------------------------------|-------------------------|---------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 (З.К.С.) | 6,1 | 172 | 100 | 6,69 | 5,01 | следы | 8,4 (песок) |
| 2 (О.К.С.) | 4,9 | 373 | 79 | 7,55 | 4,89 | следы | 7,9 (песок) |

Т а б л и ц а 4

Биометрические показатели трехлетних саженцев кедр сибирского, выращиваемых в контейнерах объемом 3 л и с открытой корневой системой

| Варианты опыта | 1 (З.К.С.) | | | 2 (О.К.С.) | | |
|----------------|----------------------------|---------------------------|----------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|
| | диаметр корневой шейки, мм | высота до верх. почки, мм | длина хвои, мм | диаметр корневой шейки, мм | высота до верх. почки, мм. | длина хвои, мм. |
| <i>M</i> | 7,8 | 204,8 | 95,8 | 7,6 | 136,5 | 94,1 |
| $\pm m$ | 0,18 | 8,1 | 3,2 | 0,2 | 4,9 | 3,8 |
| <i>b</i> | 1,0 | 44,3 | 17,5 | 1,1 | 26,8 | 20,7 |
| <i>V</i> , % | 12,82 | 21,63 | 18,27 | 14,47 | 19,63 | 22 |
| <i>P</i> , % | 2,3 | 3,9 | 3,34 | 2,63 | 3,58 | 4,02 |

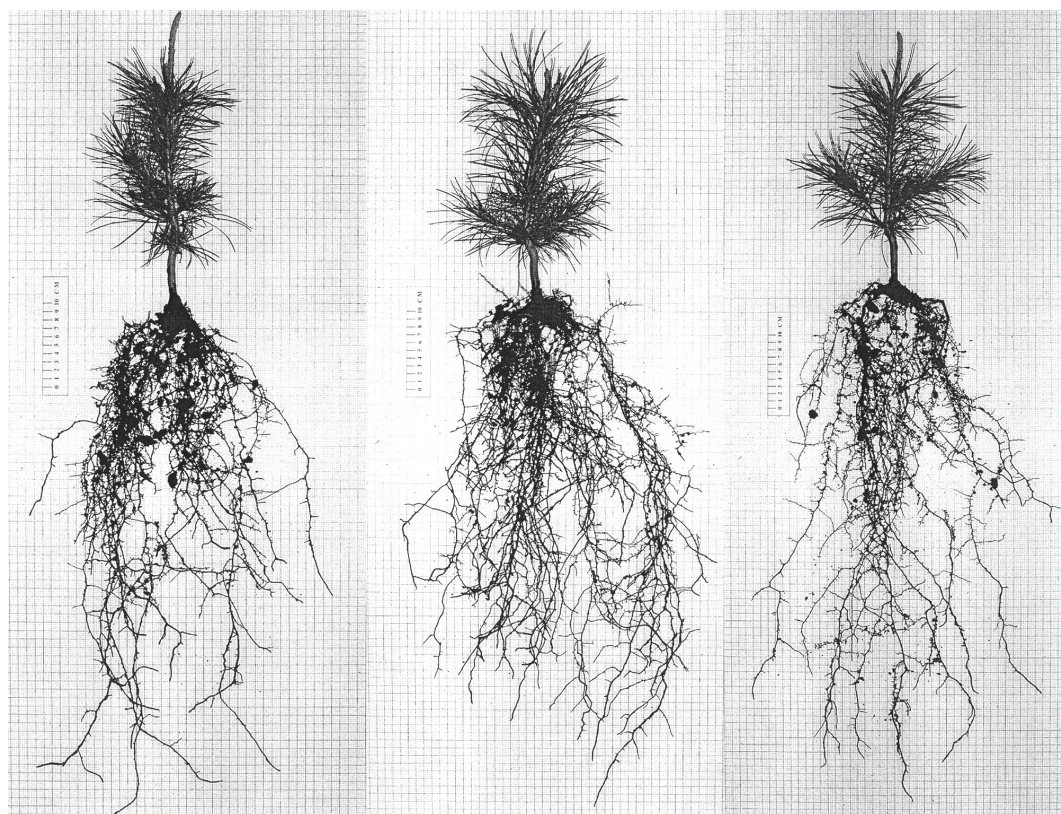


Рис. 3. Трехлетние саженцы кедр сибирского (шаг координатной сетки – 1 см)

Влажная и легкая песчаная почва способствует развитию корневых систем древесных пород, усиливающих рост их надземных частей [3, 7]. Учитывая это, в контейнерах использовалась такая же по составу песчаная почва, как и при выращивании всходов. После посадки кедров поверхность почвы в контейнерах накрывалась пластинами рубероида для улучшения почвенного микроклимата, уменьшения испарения влаги и предотвращения зарастания сорняками.

Контейнеры надежно защищают корни кедров от повреждения кротами и личинками насекомых-вредителей. В контейнерах скапливаются дождевые черви, улучшающие плодородие и аэрацию почвы, поселяются полезные энтомофаги (пауки и муравьи). Все это повышает устойчивость кедров к заболеваниям и насекомым-вредителям. Уход за саженцами проводился такой же, как и за сеянцами. Биометрические показатели 2-летних саженцев приведены в табл. 2.

В конце второго сезона вегетации саженцы кедров уже имели мощную мочковатую корневую систему длиной более 30 см. Средний диаметр корневой шейки составил 4,2 мм, средняя высота до верхушечной почки – 98,6 мм.

Около 15 % двухлетних саженцев имели высоту более 120 мм и полностью соответствовали требованиям ГОСТ 3317–90 [2]. Предложенная технология позволяет на 1 год сократить срок выращивания стандартных сеянцев кедров сибирского без применения дорогостоящих пленочных теплиц.

Для сравнения эффективности выращивания саженцев кедров в контейнерах и с открытой корневой системой в течение 2-го и 3-го сезонов вегетации было проведено исследование, в ходе которого были использованы сеянцы-полусибы (семена были заготовлены с одного урожайного кедровника на Алтае в августе 2003 г.). Это уменьшило влияние генетического фактора на точность эксперимента.

Первый год сеянцы выращивались в общем посадочном ящике по описанной выше технологии. Затем одна часть кедров, после вторичной подрезки корней, выращивалась 2 года в трехлитровых контейнерах (по приведенной выше технологии) на тер-

ритории опытного питомника. Другая часть кедров была высажена в деревянные коробки без дна высотой 15 см, заполненные плодородной песчаной почвой на территории питомника Березического лесничества национального парка «Угра» (Калужская обл.). Оба питомника находятся в близких по значениям климатических условиях. Состав почвы, использовавшейся в 2-х вариантах опыта, приведен в табл. 3.

Короба с почвой были установлены в теплице. Кедровые саженцы в коробах были высажены с шагом 12 × 20 см. По мере необходимости проводилась прополка, рыхление почвы и полив. В течение каждого сезона вегетации кедровые саженцы трехкратно подкармливались раствором сульфата калия. Теплица накрывалась пленкой только на 2-й год.

В табл. 4 приведены биометрические показатели кедров, выращенных в контейнерах и с открытой корневой системой.

Анализ приведенных данных показывает, что различия по диаметру корневой шейки и длине хвои у кедров по вариантам опыта незначительны и лежат в пределах ошибки опыта. В то же время средняя высота саженцев, выращенных в контейнерах, на 50 % превышает высоту саженцев с открытой корневой системой ($t_{\text{оп.}} = 7,2 > t_{\text{таб.}} = 3,7$ при степени вероятности $p = 0,999$). Среди обмеренных трехлетних саженцев с открытой корневой системой только 30 % соответствуют требованиям ГОСТ 24835–81 [1]. Тогда как среди трехлетних саженцев, выращенных в контейнерах, более 93 % являются стандартными.

На рис. 3 показаны наиболее развитые трехлетние саженцы, выращенные в трехлитровых контейнерах.

Анализируя приведенные данные можно сделать следующие выводы.

Для стратификации семян кедров сибирского осенний посев оказался намного эффективнее весеннего посева после снегования. При этом необходимо использовать легкую песчаную почву, редкий точечный посев семян по шаблону, мульчирование посевов сосновыми опилками и защиту семян от птиц и мышей деревянными коробами с металлическими сетками.

Для быстрого создания лесосеменной базы кедр сибирского в европейской части страны необходимо шире использовать прививки кедровых черенков на хорошо развитые сосновые подвои, клонируя наиболее ценные формы этой древесной породы.

Для усиления роста надземных частей саженцев кедр необходимо как можно раньше начинать формирование мочковатой, развитой корневой системы, используя подрезку корешков всходов и создавая почвенные условия для активного развития корневых систем. Этого удается добиться, применяя легкую плодородную песчаную почву, мульчирование почвы черной пленкой и используя деревянные короба с металлическими сетками для защиты корней кедров от кротов.

Для дорастивания саженцев необходимы достаточно большие контейнеры объемом 3–4 литра для уменьшения угнетения корневой системы саженцев и мульчирование поверхности почвы в контейнерах рубероидом.

Комплексное использование предложенных несложных агротехнических приемов позволяет на 2 года сократить срок выращивания стандартных саженцев кедр сибирского, соответствующих ГОСТ 24835–81.

Библиографический список

1. ГОСТ 24835-81. Саженцы деревьев и кустарников. Технические условия. – М., 1981. – 20 с.
2. ГОСТ 3317-90. Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия. – М., 1990. – 44 с.
3. Дроздов, И.И. Интродукция кедр сибирского в европейскую часть лесной зоны России / И.И. Дроздов. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. – № 3–4. – 31 с.
4. Дроздов, И.И. Исследования по выращиванию кедр сибирского во Владимирской области / И.И. Дроздов // Лесное хозяйство. – 1970. – № 10. – С. 39–40.
5. Дроздов, И.И. Лесная интродукция: учебное пособие для вузов / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 2005. – 134 с.
6. Игнатенко, М.М. Кедр у дома / М.М. Игнатенко. – Л.: Лениздат, 1986. – 79 с.
7. Мелехов, И.С. Лесоведение: учебник / И.С. Мелехов. – М.: МГУЛ, 2005. – 372 с.
8. Нилов, В.Н. Использование черной мульчпленки при выращивании древесно-кустарниковых пород в питомниках / В.Н. Нилов // Лесное хозяйство. – 1975. – № 4. – С. 12–14.
9. Писаренко, А.И. Лесовосстановление / А.И. Писаренко. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 250 с.
10. Северова, А.И. Семеношение прививок хвойных пород / А.И. Северова // Лесное хозяйство. – 1968. – № 2. – С. 58–61.
11. Смирнов, Н.А. Выращивание посадочного материала для лесовосстановления / Н.А. Смирнов. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 169 с.
12. Судачкова, Н.Е. Физиология подрост кедр / Н.Е. Судачкова, Е.Я. Расторгуева, Р.А. Коловский. – М.: Наука, 1967. – 122 с.

СОСНА СКРУЧЕННАЯ (*PINUS CONTORTA*) НА ОПЫТНЫХ ОБЪЕКТАХ МГУЛ

Ю.И. ДРОЗДОВ

Сосна скрученная (*P. contorta*) – североамериканский вид, ареал которого большая территория США и Канады: от западного побережья США (31° с.ш.) до Юкона в Канаде (64° с.ш.). Вид отличается тонкой корой, мягкой, малосмолистой древесиной. Особая ценность древесины этой сосны – возможность получения целлюлозы как сульфитным, так и сульфатным способами. При этом выход целлюлозы составляет 45–50 % [7]. Опыт интродукции сосны скрученной в Европе, особенно в скандинавских странах, свидетельствует о перспективности выращивания этого вида в плантационных целевых культурах [1, 2, 4–7].

Большой интерес к сосне скрученной как компоненту специального целевого лесовыращивания проявил академик И.С. Мелехов [6]. На своем дачном участке в Ногинском районе он в 1981 г. посадил 3 сеянца сосны скрученной, полученных из Латвии, заложив тем самым первый объект испытания интродукта в МЛТИ. В 8-летнем возрасте саженцы достигли 5 метровой высоты с текущим годичным приростом до 80 см. Наблюдения автора за сезонным ростом этих саженцев выявили, что их центральный побег растет в течение 5 месяцев. За этот период он дает три прироста (мутовки). Такая особенность роста в определенной мере объясняет засвиде-

тельствованное рядом авторов преимущество вида перед сосной обыкновенной, по крайней мере в первые 40 лет [8]. Хвоя интродуцента растет также более продолжительный период. Многомутовчатость годичного прироста способствует формированию более плотной и объемной кроны, что повышает углерододепонирующие возможности сосны скрученной. Однако в определенной мере проявляет себя негативно повышенная суковатость древесины, что затрудняет механическую обработку, однако в балансовом сырье этот негатив особой роли не играет.

В продолжение опытной работы И.С. Мелехова, под его научным руководством, автор заложил второй объект исследования интродуцента – географические культуры в Щелковском учебно-опытном лесхозе. Сеянцы трехлетние для посадки этих культур были получены из Латвийского НИИ лесного хозяйства, где были выращены в посевах семян из 6 различных географических пунктов Канады. Перед посадкой сеянцы (по 50 шт. от каждого варианта происхождения) были обмерены. Результаты измерения сеянцев представлены в табл. 1.

Данные таблицы свидетельствуют о наличии лишь некоторых различий в размерах исследуемых сеянцев разных происхождений. Относительно среднего показателя по опыту положительно характеризуются по размерам высоты стволика первые три варианта происхождений, остальные ниже этого среднего уровня. Однако в трехлетнем возрасте еще недостаточно утверждать это как закономерность. Тем не менее примеры успешной ранней диагностики признаков интенсивного роста у других сосен (обыкновенной, сибирской кедровой) не позволяют выявленный факт

оставлять без внимания. Достаточно выраженная изменчивость показателей высоты и диаметра сеянцев свидетельствует о возможности отбора растений на интенсивность роста.

Сеянцы были использованы для создания географических культур сосны скрученной в Огудневском лесничестве (кв. 72) на свежей дренированной вырубке категории «б» площадью 1,5 га. Тип условий местопрорастания на вырубке $C_{2,3}$, тип леса – ельник-кисличник, почва дерновосреднеподзолистая суглинистая. Обработка почвы выполнена плугом ПКЛ-70 бороздами через 3–3,5 м. Посадка ручная мечом Колесова в дно борозды через 0,8–1,0 м выполнена в первой половине мая 1991 г. Густота посадки 3–3,5 тыс.шт./га.

Участок с частичной обработкой почвы не очень подходит для закладки испытательных культур. Поэтому в данном случае их можно считать опытно-производственными. Тем не менее, в определенной мере они уникальны для данного региона как пример реализации идеи И.С. Мелехова. Были заложены 6 вариантов культур разных происхождений сосны скрученной и один вариант сосны обыкновенной. Размещены они на участке по схеме, предусматривающей 3–4 повторности вариантов. Результаты учета лесных культур отражают хорошие показатели приживаемости саженцев во всех вариантах, несмотря на сложные условия участка с частичной обработкой почвы (табл. 2). В первые три года были выполнены 3 агротехнических ухода удалением травы на пластах. Дополнение культур не проводилось. Участок активно зарастал лиственными породами. Осветление в культурах было проведено в возрасте 5, 10 и 13 лет. Перевод культур в покрытые лесом земли осуществлен в шестилетнем возрасте.

Т а б л и ц а 1

Размеры 3-летних сеянцев сосны скрученной из различных регионов Канады

| Варианты происхождения | | Количество стандартных сеянцев, % | Средние размеры сеянца | | | |
|------------------------|-----------|-----------------------------------|------------------------|-------------|-------------------|-----------------|
| Районы | Широта, ° | | высота, см | диаметр, мм | диаметр кроны, см | длина кроны, см |
| Hudson Hope | 58° | 96 | 16,9 ± 0,7 | 4,0 ± 0,2 | 6,6 ± 0,5 | 20 |
| Wallemaunt | 55° | 86 | 16,9 ± 0,7 | 2,9 ± 0,1 | 9,4 ± 0,5 | 23 |
| Hiberti Lake | 54° | 92 | 19,1 ± 0,7 | 3,3 ± 0,1 | 9,1 ± 0,6 | 23 |
| Cecil Lake 98 | 55° 05 | 80 | 14,5 ± 0,6 | 3,3 ± 0,2 | 7,2 ± 0,4 | 19 |
| Pink Montain | 57° 30 | 82 | 13,4 ± 0,6 | 3,2 ± 0,2 | 6,4 ± 0,4 | 20 |
| Musnege Lake 306 | 56° | 80 | 15,3 ± 0,9 | 3,8 ± 0,2 | 10,7 ± 0,7 | 20 |
| Pinus Silvestrig | местн | 98 | 18,7 ± 0,6 | 4,2 ± 0,3 | 10,9 ± 0,8 | 20 |

Т а б л и ц а 2

Характеристика 14-летних географических культур сосны скрученной в Щелковском лесхозе (биологический возраст культур 17 лет)

| Варианты | Балл оценки сеянцев при посадке, % | | | Приживаемость (%) в годы | | Деревья, % | | |
|------------------|------------------------------------|----|----|--------------------------|----|-------------------|----|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 3 | 14 | по классам Крафта | | плодоносящих, % |
| | | | | | | I | II | |
| Районы | | | | | | | | |
| Hudson Hope | 36 | 48 | 16 | 82 | 69 | 60 | 40 | 16 |
| Wallemaunt | 32 | 46 | 22 | 78 | 51 | 29 | 71 | – |
| Hiberti Lake | 60 | 28 | 12 | 86 | 50 | 63 | 37 | 30 |
| Cecil Lake 98 | 40 | 40 | 20 | 90 | 52 | 28 | 72 | 16 |
| Pink Montain | 22 | 62 | 16 | 86 | 56 | 28 | 72 | 15 |
| Musnege Lake 306 | 32 | 40 | 18 | 80 | 51 | 53 | 47 | 24 |
| Pinus silvestris | 80 | 10 | 10 | 90 | 10 | 40 | 60 | – |

Примечание: Балл оценки сеянцев по внешним морфологическим признакам (плотности охвоения, мочковатости, корни д.р) 1 – хорошее; 2 – удовлетворительное; 3 – слабое

Т а б л и ц а 3

Таксационные показатели роста 14-летних географических культур сосны скрученной в Огудневском лесничестве Щелковского лесхоза

| Варианты NN из табл. | Таксационные показатели | | | | | | | | Количество искривленных деревьев, % |
|----------------------|-------------------------|---------|-------------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|-------------------------------------|
| | высота, м | | диаметр, (1,3) см | | крона, м | | | | |
| | $M \pm G$ | $V, \%$ | $M \pm G$ | $V, \%$ | поперечник | | от земли | | |
| | | | | | $M \pm G$ | $V, \%$ | $M \pm G$ | $V, \%$ | |
| 1 | $5,7 \pm 1,2$ | 21 | $6,9 \pm 2,3$ | 32 | $2,4 \pm 0,7$ | 28 | $1,1 \pm 0,3$ | 27 | 20 |
| 2 | $6,2 \pm 0,7$ | 11 | $6,9 \pm 2,1$ | 31 | $2,0 \pm 0,5$ | 27 | $1,6 \pm 0,7$ | 42 | 7 |
| 3 | $5,9 \pm 1,5$ | 26 | $7,9 \pm 3,0$ | 38 | $2,6 \pm 0,8$ | 31 | $1,3 \pm 0,3$ | 26 | 5 |
| 4 | $6,3 \pm 1,2$ | 19 | $6,8 \pm 2,7$ | 41 | $1,5 \pm 0,6$ | 38 | $1,7 \pm 0,6$ | 37 | – |
| 5 | $6,3 \pm 0,9$ | 14 | $7,5 \pm 2,4$ | 32 | $1,5 \pm 0,5$ | 33 | $1,7 \pm 28$ | 28 | – |
| 6 | $6,5 \pm 0,9$ | 13 | $9,3 \pm 2,6$ | 27 | $1,8 \pm 0,7$ | 35 | $1,9 \pm 0,5$ | 29 | – |
| 7 | $6,9 \pm 1,3$ | 18 | $9,6 \pm 1,8$ | 29 | $2,8 \pm 1,2$ | 31 | $1,8 \pm 0,7$ | 31 | 4 |

Т а б л и ц а 4

Культуры сосны скрученной и обыкновенной в Солнечногорском лесхозе (биологический возраст 10 лет)

| Виды сосны | Кол-во деревьев, шт | Приживаемость, % | Средние таксационные показатели | | | | | | | поперечник кроны, м |
|------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|---------|----------------------|---------|--------------------------------------|------------|--------------|---------------------|
| | | | высота | | диаметр | | текущий прирост (см) в возрасте, лет | | | |
| | | | $M \pm m, \text{см}$ | $v, \%$ | $M \pm m, \text{см}$ | $v, \%$ | 8 | 9 | 10 | |
| $C_{\text{скр}}$ | 70 | 93 | $2,6 \pm 0,7$ | 28 | $3,5 \pm 0,2$ | 30 | 31 ± 2 | 38 ± 3 | 69 ± 4 | 1,1 |
| $C_{\text{об}}$ | 42 | 90 | $3,1 \pm 0,1$ | 18 | $4,3 \pm 1,3$ | 31 | 38 ± 2 | 52 ± 3 | $71 \pm 2,5$ | 1,4 |

Примечание: 1) деревья с шишками $C_{\text{скр}}$ – 8 %, $C_{\text{об}}$ – 0 %; 2) деревьев хороших, удовлетворительных, слабых, в %, по $C_{\text{скр}}$ – 67, 17, 16; $C_{\text{об}}$ – 95 и 5.

Детальные исследования культур были выполнены в возрасте 13 и 14 лет (биологический возраст 16 и 17 лет), когда можно получить достаточно надежное представление о состоянии насаждения (табл. 2).

Данные табл. 2 свидетельствуют о достаточно высокой приживаемости 14-летних культур сосны скрученной. Сосна обыкновенная в условиях конкуренции лиственных пород, несмотря на осветления, к этому возрасту представлена отдельными деревьями, не более 10 % от числа посаженных. Среди деревьев сосны скрученной дифференциация их по классам Крафта имеет некоторые отличия среди вариантов, но в целом они не ниже второго класса. Следует отметить, что от 16

венная в условиях конкуренции лиственных пород, несмотря на осветления, к этому возрасту представлена отдельными деревьями, не более 10 % от числа посаженных. Среди деревьев сосны скрученной дифференциация их по классам Крафта имеет некоторые отличия среди вариантов, но в целом они не ниже второго класса. Следует отметить, что от 16

до 30 % деревьев этого вида в 14 лет плодоносят. Определенной зависимости между баллами оценки состояния сеянцев и показателями характеристики культур не установлено. Тем не менее, определенными преимуществами по ряду показателей отличается вариант 3 (Hiberti Lake). Результаты таксации культур (табл. 3) свидетельствуют об относительно равномерном распределении вариантов по средним показателям роста деревьев.

Несколько повышенными размерами ствола отличается вариант 6 (Musnege Lake–306). Однако и этот вариант уступает сосне обыкновенной. Вероятно еще и потому, что в опыте сохранились только лидерные деревья этого вида. Вариабельность показателей высоты сосны скрученной ниже среднего, диаметра ствола и поперечника кроны – несколько выше среднего. Модельное дерево из варианта 6 имеет высоту 7 м, диаметр 10,5 см, текущий годичный прирост в высоту за последние 5 лет 70 см, 66, 70 и 80 см. Длина хвои от 6 до 10 см. Масса дерева – 70,4 кг, в том числе ствол – 39,4 кг, ветви кроны – 31 кг (в т.ч. хвои 16 %). С дерева собраны 74 шишки общей массой 840 г. Масса средней шишки 13 г, длина 4,8 см, ширина 2,9 см, по форме конусных шишек 78 %, крючковидных – 22 %. Шишки сосны скрученной по форме отличаются от таковых сосны обыкновенной, но по размерам и массе особых различий не имеют. Шишки 2005 г. сбора были помещены в сушильный шкаф, но они не раскрывались 12 дней и оставлены на досушивание в условиях комнатной температуры. Следует отметить, что в ареале вида шишки раскрываются постепенно в течение нескольких лет, процесс этот ускоряют пожары. Шишки сбора 2004 г. раскрывались после 2-х месячного высушивания. Семена были пустые, видимо, из-за неудовлетворительного опыления.

В целом рассматриваемые географические культуры сосны скрученной можно отнести к числу уникальных для центрального региона по новизне замысла, редкой возможности получить многовариантный по происхождению посадочный материал, по положительному течению процесса адаптации интродуцента в условиях формируемого типично лесного фитоценоза (не плантационного). Интродуцент

проявил большую устойчивость, чем сосна обыкновенная, в условиях выраженной конкуренции лиственных пород. Отличительной особенностью интродуцируемого вида является развитие мощной кроны, что способствует накоплению биомассы, повышает его углерододепонирующие возможности.

Третий объект исследования в Солнечногорском опытном лесхозе, Озерецком лесничестве, кв. 64. Участок – вырубка из-под буреломного ельника. Почва дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая на тяжелом покровном суглинке, влажная. Тип условий местопроизрастания – С₃, тип леса ельник-кисличник. Площадь была очищена от пней, после чего была выполнена сплошная плужная обработка почвы. Посадочный материал сосны скрученной выращен из семян (Канада) в посевном отделении Гребневского питомника профессором М.Д. Мерзленко. Весной 1999 г. пятилетние сеянцы этой сосны были высажены под лопату на представленном участке с размещением посадочных мест 2,5 – 1 м. Густота культур 4 тыс.шт./га. Рядом участок одновозрастных чистых культур сосны обыкновенной.

Осенью 2005 г. десятилетние культуры сосен были исследованы совместно с инициатором их создания профессором М.Д. Мерзленко по методике кафедры лесных культур [3]. Результаты учета и таксации опытных культур представлены в табл. 4.

Данные табл. 3, 4 свидетельствуют об успешном росте сосны скрученной в сплошных культурах по раскорчеванной вырубке. Текущий годовой прирост в высоту последние 3 года имеет устойчивое увеличение, достигая в ряде случаев 90–110 см в год. Показатели высоты и диаметра заметно варьируют, что свидетельствует о возможности селекционного отбора быстрорастущих деревьев для использования их потомства в плантациях с коротким оборотом рубки.

Несмотря на явные успехи адаптации сосны скрученной, она по высоте и диаметру несколько уступает сосне обыкновенной, но отличается от нее более мощной густоохвоенной кроной и более высоким углерододепонирующим потенциалом.

В целом, судя по материалам исследования лесных культур в фазах смыкания и

жердняка, сосна скрученная хорошо адаптируется в условиях зоны смешанных лесов. Все варианты различных происхождений имеют практически близкие показатели состояния и роста. Это дает основание считать возможным получение семян в довольно обширном по площади регионе естественного ареала вида. Не располагая преимуществами по показателям роста перед сосной обыкновенной, интродуцент отличается повышенными углерододепонирующими возможностями. Место сосны скрученной при интродукции в зону смешанных лесов России в плантационных культурах и в насаждениях углерододепонирующего и рекреационного назначения.

Библиографический список

1. Дроздов, И.И. Лесная интродукция / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 2000. – 130 с.
2. Дроздов, Ю.И. Сосна скрученная в культурах европейской части России / Ю.И. Дроздов // Лесохозяйственная информация. – М.: ВНИИЛМ, 2002. – С. 21–23.
3. Дроздов, И.И. Методические рекомендации. По изучению культур интродуцированных пород / И.И. Дроздов, А.И. Янгутов. – М.: ВАСХНИЛ, 1984. – 48 с.
4. Куцевалов М.А. Культуры сосны Муррея в европейской части СССР / М.А. Куцевалов. – Л.: ЛЛТА, 1977. – 20 с.
5. Лапин, П.И. Интродукция лесных пород / П.И. Лапин, К.К. Калущкий. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 224 с.
6. Мелехов, И.И. Интродукция хвойных в лесном хозяйстве / И.И. Мелехов // Лесоведение. – 1984. – № 6. – С. 72–78.
7. Энзенрейх, Х. Быстрорастущие хвойные породы / Х. Энзенрейх. – М.: Иностран. Литерат., 1959. – 483 с.
8. Hagner S Pinus contorta // Swidens third canifer. Forest Ecol. and Manag. 1983. – №3. С. 195-199

ИНТРОДУКЦИЯ ЛЖЕТСУГИ МЕНЗИСА В СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ

Н.Ю. ГУСЕВА

Важной современной задачей лесного хозяйства России является расширение видового породного разнообразия лесных фитоценозов, особенно в зоне смешанных лесов. Одним из путей решения ряда аспектов этого направления является интродукция хозяйственно ценных лесообразователей, введение в лесные культуры экзотов.

Под интродукцией растений понимают перенесение растений в новые природно-климатические условия за пределы естественного ареала, а также при расширении площади искусственного выращивания растений из района их испытания в культуре.

Среди главных лесообразующих пород в практике искусственного лесовыращивания в нашей стране приоритет имеют хвойные породы. Интродукцию наиболее перспективных пород можно считать существенным дополнительным средством расширения площади хвойных лесов и повышения их продуктивности.

Одной из таких пород является псевдотсуга Мензиса – вид дугласии (дугласия зеленая, или тисолистная), естественно произ-

растающей на западе Северной Америки, где она находит место среди главных лесообразующих пород. Род дугласия имеет несколько синонимов: дугласова пихта, псевдотсуга, лжетсуга. В лесах Америки произрастают 3 вида дугласии: зеленая, серая и сизая. Все виды дугласии достаточно декоративны и могут быть широко использованы в зеленом строительстве. Несмотря на бесспорную декоративность псевдотсуги Мензиса, в садах и парках нашей страны она встречается редко, преимущественно в Крыму и на Кавказе, хотя некоторые формы этого вида и развиваются нормально даже на северо-западе России.

В Европе псевдотсугу культивируют с 1927 г. Здесь она успешно растет в лесных культурах и зеленых насаждениях. Псевдотсуга зеленая предпочитает влажный, теплый климат, в то время как псевдотсуга серая признана более устойчивой и может культивироваться до широты Санкт-Петербурга.

По данным Ивантеевского дендросада, псевдотсуга полностью акклиматизирована в зоне смешанных лесов. Она имеет в местных условиях хорошие показатели роста, плодо-

носит и дает жизнеспособное потомство в виде подростка.

Псевдотсуга сравнительно медленно растет до 25–30 лет, затем постепенно увеличивает скорость роста и сохраняет ее длительное время, которое иногда превосходит срок жизни ели. Отдельные деревья в старых парках достигают крупных размеров, плодоносят, дают потомство в виде жизнеспособного подростка. Недооценка требовательности псевдотсуги к почвам в условиях интродукции нередко служит причиной ошибок при выборе площадей под лесные культуры. Для хорошего роста она нуждается в мощных, структурных, плодородных, хорошо дренированных почвах.

Агротехника семенного посадочного материала псевдотсуги принципиально не отличается от ели. Семена имеют вынужденный покой, однако подготовка их в течение 20–30 дней на холоде (под снегом, в подвале) заметно повышает всхожесть. Сеянцы можно выращивать как в открытом, так и в закрытом грунте. При этом сроки выращивания сеянцев лжетсуги в условиях зарытого грунта сокращаются вдвое по сравнению с открытым грунтом. Срок выращивания сеянцев псевдотсуги – 2 года. Хорошо зарекомендовали себя 3–4-летние саженцы с закрытыми корнями.

При размножении селекционно отобранных клонов успешно используют прививку. Подвойный материал выращивают в теплицах 2,5 года. Привитый материал доращивают еще 1,5 года и весной 5-го года высаживают на плантацию. Псевдотсуга успешно черенкуется. В условиях Переславского дендрсада псевдотсуга плодоносит с 18 лет и дает жизнеспособный подрост.

Дугласию в нашей стране начали культивировать сравнительно недавно. В лесных культурах ее посадки известны с начала прошлого столетия, в парках и садах эта порода разводится со второй половины XIX в., где распространены главным образом ее подвиды и серая. Дугласия зеленая из-за ее несколько большего теплолюбия успешно растет в России на Черноморском побережье Кавказа, а также в Правобережной Украине, Западной Белоруссии, Литве, Латвии и Эстонии.

Широкому введению дугласии в лесные культуры нашей страны в значительной сте-

пени содействовали выдающиеся лесоводы; так, М. Сиверс в 1911 г. на основании своего 20-летнего опыта по лесоразведению предлагал создавать насаждения из дугласии на европейской территории России до северной линии Петербург – Москва – Саратов, а из семян ее с горных плато Колорадо – на северо-восток до Казани. М. Сиверс был убежден, что дугласия в лесах нашей страны может вполне заменить по лесоводственным признакам и свойствам наши отечественные породы сосну и ель.

Выдающийся советский лесовод М.Е. Ткаченко в начале научной деятельности изучал леса Северной Америки и уделил много внимания дугласии как одной из самых быстрорастущих пород. Им описаны экология и продуктивность дугласии как на родине, так и в странах Европы. М.Е. Ткаченко (1952) считал районы юга Белоруссии, Украину, Крым и Закавказье наиболее подходящими для культуры дугласии на лучших почвах.

А.В. Тюрин (1925) также считал, что культура дугласии зеленой заслуживает пристального внимания лесоводов Украины и Белорусии. Он полагал, что в районах правобережной части Украины и отчасти в западных и юго-западных районах Белоруссии можно подыскивать местоположения, которые по климатическим условиям будут не хуже западноевропейских. А.В. Тюрин отмечал, что следует отказаться от получения семян дугласии зеленой из США, так как климатические условия районов обитания ее на родине не менее близки к условиям Украины и Белорусии, нежели условия Калининградской области, где имеются ее старые плодоносящие насаждения с высокими запасами древесины. Это подтвердили И.А. Виноградов и Е.А. Федоров (1977), отмечавшие хороший рост и высокие запасы древесины дугласии в Калининградской области.

Интродукционные опыты с дугласией сизой в Братцево под Москвой проводились 1925–1926 гг. Затем выращенный посадочный материал был перевезен и посажен в культурах Лесостепной опытной селекционной станции (Липецкая область), где дугласия растет и в настоящее время, а также в Минский ботанический сад.

В дендрарии Главного ботанического сада РАН выращивается более 160 деревьев дугласии зеленой. В возрасте 27 лет они достигают средней высоты 8 м, наибольшей – 12 м и 24,5 см в диаметре. Семеношение наступает с 27-летнего возраста, цветет в июне, семена созревают в сентябре. Зимостойкость переменная, в суровые зимы побеги обмерзают (Цицин, 1975).

Наиболее удачные опыты по интродукции дугласии в средней полосе европейской части России проведены в Липецкой области и соседних с нею областях. Все три вида дугласии (зеленая, серая и сизая) выращиваются на Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС) на выщелоченных черноземах и серых суглинках на лессе. Грунтовые воды 25–45 м, осадков 517 мм, средняя годовая температура 4,7 °С, высота до 250 м над уровнем моря. По росту и продуктивности эти виды дугласии не различаются между собой. В молодом возрасте страдают от морозов в суровые зимы и от возврата морозов весной. Дугласия в этих условиях растет несколько медленнее местных хвойных пород – сосны обыкновенной, ели обыкновенной и лиственницы Сукачева. В 30-летнем возрасте достигает средней высоты 10 м и максимальной 14 м, среднего диаметра 21 см и максимального 32 см. В 50-летнем соответственно 15,6 и 16,3 м, 27,8 и 33,2 см, запас древесины 820 м³ с 1 га. В плодоношение вступает с 17–20 лет, а из местных семян с 12 лет. Урожайными бывают каждые 3–4 года, на станции собирают до 20 кг семян. Семена обладают высокой всхожестью, легко появляется здоровый самосев (Бирюков, 1971).

По более поздним данным Е.М. Дудецкой и А.В. Лукина (1977), на ЛОСС дугласия в 26-летнем возрасте достигает высоты 9,1 м и 10,6 см в диаметре, а в 43-летнем соответственно 18,2 м, 21,7 см и запаса 262,3 м³. В Ботаническом саду Воронежского государственного университета на выщелоченном черноземе в 25-летнем возрасте средняя высота дугласии равна 9,4 м и средний диаметр 10,6 см. В тех же условиях, в дендропарке СХИ (Машкин, 1971) дугласия зеленая в возрасте 32 лет имеет высоту 13 м и диаметр 19 см [6].

Лесные культуры дугласии были заложены в Брянском учебно-опытном лесхозе в 1914 г. в условиях С₂ (свежей сложной субори).

Почва участка среднеподзолистая, песчаная, подстилаемая глауконитовыми песками с фосфоритами и гольскими глинами. Дугласия высаживалась 3-летними сеянцами до 20 см высоты в окна осиново-березового насаждения, росла в сильном угнетении верхним пологом и в возрасте 58 лет достигла только 14,1 м высоты и 13,5 см в диаметре, плодоносила с 35-летнего возраста. Молодые культуры дугласии из местных семян в 18-летнем возрасте имели высоту 3,6 м и диаметр 3,9 см (Бирюков, 1971).

В Карелии плодоносящие деревья дугласии растут только на Карельском перешейке в лесничестве Сайрала Лесогорского р-на. В 20-летнем возрасте достигают средней высоты 6 м и 14,5 см в диаметре. Лучшие деревья имеют высоту 7 м и 20 см в диаметре. В суровые зимы страдают от морозов [4]. Под Петрозаводском дугласия растет медленно и обмерзает (Андреев, 1977).

В Ломоносове (Ленинградская обл.) на территории парка растет 8 деревьев дугласии. В 45-летнем возрасте они достигали средней высоты 15,4 м и диаметра 25,5 см. Размеры лучших деревьев равнялись соответственно 18 м и 35,5 см. Деревья растут на буром гумусированном суглинке, плодоносят и дают всхожие семена.

В Верхнем дендрологическом саду Санкт-Петербургской лесотехнической академии растет 50 деревьев дугласии зеленой в возрасте 25–62 лет. Зимостойкость их оценивается 1 баллом по шкале Э.Л. Вольфа. Деревья достигают средней высоты 19,5 м, диаметр их 32 см, поперечник кроны 3,6 м.

Примером успешной интродукции являются искусственные насаждения лжетсуги Мензиса на территории Борисоглебского и Ростовского лесхозов, а также Переславского дендросада, расположенных в центральной и южной частях Ярославской области.

Все объекты наших исследований расположены в центральной части Русской равнины. Территория Переславского дендросада размещена на северо-восточном склоне Клинско-Дмитровской гряды. В соответствии с лесорастительным районированием, разработанным С.Ф. Курнаевым (1973), территория объектов исследования относится к подзоне смешанных лесов зоны хвойно-широколиственных лесов. Основными лесобразующими породами яв-

ляются ель, сосна, береза, осина, ольха черная, ольха серая. Климат района исследований умеренно-континентальный с умеренно-теплым и влажным летом, сравнительно холодной зимой и ярко выраженными сезонами весны и осени.

Наиболее распространенными почвами являются дерново-подзолистые супесчаные и легкосуглинистые на валунных и пылевато-суглинистых покровных породах. В южной части встречаются серые лесные почвы на лесовидных суглинках.

Для проведения исследований были выбраны участки лесосеменных плантаций (ЛСП) лжетсуги Мензиса, ели европейской и лиственницы Сукачева, расположенные на территории Борисоглебского лесхоза, аллеяная посадка на территории Ростовского лесхоза, а также аллеяная посадка на территории Переславского дендросада.

Аллеяные посадки и лесосеменная плантация лжетсуги Мензиса были созданы посадкой 4-летних саженцев, привезенных из Ивантеевского питомника Московской области. Лесосеменная плантация ели европейской была создана посадкой 4-летних саженцев. Лесосеменная плантация лиственницы Сукачева была создана посадкой привитых саженцев из Волжского спецлесхоза Ивановской области.

Исследования, проведенные в искусственных насаждениях лжетсуги Мензиса Ярославской области, показали, что в условиях Переславского дендросада в возрасте 29 лет деревья достигают средней высоты 11 м и 25 см в диаметре. Лучшие деревья имеют высоту 12,6 м и диаметр 30 см. В условиях лесосеменной плантации в возрасте 27 лет лжетсуга имеет среднюю высоту 6 м и диаметр 15,2 см. Ель европейская и лиственница Сукачева, представленные также на плантации, достигают средней высоты 12 и 13,5 м и диаметра 25,3 и 26,7 см соответственно. В аллеяной посадке Ростовского лесхоза деревья лжетсуги в возрасте 27 лет имеют среднюю высоту 10 м и диаметр 15,2 см.

Почти все экземпляры лжетсуги Мензиса на лесосеменной плантации многоствольны, что объясняет более низкие таксационные показатели по сравнению с аллеяными посадками. Однако и в аллеяных посадках присутствуют многоствольные экземпляры. Полученные

данные свидетельствуют о том, что параметры интродуцента лжетсуги Мензиса не уступают параметрам коренной породы ели европейской, что свидетельствует об успешном росте этого интродуцента в условиях смешанных лесов. Лжетсуга в Переславском дендросаду дает жизнеспособный подрост, а на лесосеменной плантации подрост не дает и плодоносит слабо.

При выборе места посадки интродуцента следует учитывать его требования к почвенно-климатическим условиям. Отставание таксационных характеристик на ЛСП может быть связано с несоответствием почвенно-климатических показателей требованиям породы. Посадки лжетсуги Мензиса расположены в понижении, где почва имеет повышенную влажность, несмотря на наличие дренажных канав. В качестве сравнения, в Переславском дендросаду многоствольность наблюдается редко и таксационные показатели выше. С учетом того, что скорость роста псевдотсуги с возрастом увеличивается, можно прогнозировать лучшие таксационные характеристики по сравнению с коренными породами.

Проведенные исследования показали, что псевдотсуга, обладая быстрым ростом, хозяйственной ценностью, декоративностью, а также устойчивостью к вредителям и неблагоприятным условиям среды, в северной подзоне смешанных лесов имеет достаточные возможности для внедрения в лесные насаждения, культуры, а также для использования в зеленом строительстве.

Библиографический список

1. Дроздов, И.И. Лесная интродукция / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов. – М.: МГУЛ, 2003. – 135 с.
2. Телегина, Л.И. Каталог древесных растений Переславского дендросада / Л.И. Телегина. – М.: «Информпечать», 1998. – 191 с.
3. Щепотьев, Ф.Л. Дугласия / Ф.Л. Щепотьев. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 81 с.
4. Гиргидов, Д.Я. Интродукция древесных пород на северо-западе СССР / Д.Я. Гиргидов. – М.: Гослесбумиздат, 1955. – 48 с.
5. Мелехов, И.С. Интродукция хвойных в лесном хозяйстве / И.С. Мелехов // Лесоведение. – 1984. – № 6. – С. 72–78.
6. Дудецкая, Е.М. Лжетсуга Мензиса в центрально-черноземных областях РСФСР / Е.М. Дудецкая, А.В. Лукин // Бюллетень ГБС – Вып. 106. – М.: Наука, 1977. – 116 с.

СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ В КУЛЬТУРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ В ЗОНАХ СМЕШАННЫХ И ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ (НА ПРИМЕРЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ)

А.М. ЛОВКОВ

С 1 января 2007 г. Федеральным законом от 4 декабря 2006 г. №201-ФЗ введен в действие новый Лесной кодекс Российской Федерации. Для его реализации Министерством природных ресурсов составлен и утвержден 28 декабря 2006 г. «План подготовки на 2007 г. ведомственных нормативных правовых актов, предусмотренных Лесным кодексом Российской Федерации и нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации». В соответствии с ним на основании статей 62 и 63 Лесного кодекса Российской Федерации, к июню 2007 г. должны быть разработаны Правила лесоразведения и Правила лесовосстановления. Статья 61 «Общие положения о воспроизводстве лесов» Лесного кодекса Российской Федерации прямо говорит о том, что вырубленные, погибшие, поврежденные леса подлежат воспроизводству. Невыполнение гражданами, юридическими лицами, осуществляющими использование лесов, лесохозяйственного регламента и проекта освоения лесов в части воспроизводства, является основанием для досрочного расторжения договоров аренды лесных участков, договоров купли-продажи лесных насаждений, а также принудительного прекращения права пользования лесными участками [4, 6].

Сосна обыкновенная является одной из основных лесобразующих древесных пород европейской части России, и в зоне смешанных лесов уже более 300 лет используется для создания лесных культур. Она обладает высокими техническими качествами древесины, оздоровительными, водоохранными и защитными функциями. Широко используется в медицине в качестве лекарственного сырья и в пищевой промышленности для приготовления хвойно-витаминной муки. Отличается поразительной способностью приспосабливаться к различным типам условий местопроизрастания [1, 6].

В нынешних условиях, когда в результате длительной и интенсивной деятельности человека лесные экосистемы претерпевают

изменения, остаются отдельные деревья и целые насаждения сосны, сохранившие устойчивость. Уникальным примером искусственного выращивания соснового леса в городской черте является Калужский городской бор, где в период с 1901 по 1916 гг. на площади более 245 га посажены лесные культуры сосны, прекрасно сохранившиеся до наших дней [2].

До середины 60-х годов прошлого века площади посадок лесных культур сосны обыкновенной преобладали над культурами других древесных пород. Позднее сосна оказалась «незаслуженно забытой», ее стали заменять елью, причем не всегда оправданно как с экологической, так и с экономической точки зрения [8].

В настоящее время при незначительном увеличении площади насаждений с преобладанием сосны с 10,7 % в 1993 г. до 11,3 % в 2005 г. (по данным учета лесного фонда Агентства лесного хозяйства по Калужской области на 1 января 2006 г.) нет уверенности в том, что удастся закрепить положительную тенденцию по восстановлению коренной породы центральной части России. Доля сосны должна составлять не менее 30 %, так как, несмотря на интенсивное ведение лесного хозяйства в послевоенные годы, в европейско-уральской части РСФСР сосна занимала 29,8 % покрытых лесом земель (по данным учета лесного фонда на 1 января 1988 гг.) [5].

В основе жизнедеятельности человека лежит стремление к достижению поставленных целей путем наименьших затрат количества времени, сил и средств. Лесное хозяйство в этом смысле не является исключением. В лесокультурном деле эта цель выражается в стремлении создать устойчивые к неблагоприятным факторам искусственные насаждения, которые должны обеспечивать неистощительное, непрерывное, рациональное и многоцелевое использование лесов при сохранении средообразующих, водоохраных, защитных, санитарно-гигиенических, оздоровительных

и иных полезных функций леса в интересах обеспечения права каждого гражданина на благоприятную окружающую среду. В свою очередь, это будет способствовать повышению биологического разнообразия лесных насаждений, улучшению их качества, удовлетворению потребностей общества в лесных ресурсах, а также повышению продуктивности лесов.

Поэтому возникла острая необходимость в разработке энергоресурсосберегающих технологий создания культур сосны обыкновенной, изыскании менее затратных способов восстановления высокопродуктивных насаждений определенного видового состава и необходимого целевого назначения. В связи с чем, с точки зрения науки и практики, актуально и перспективно изучение условий произрастания искусственно созданных устойчивых сосняков, особенностей их строения, характера размещения по площади с учетом всех природно-экологических, производственных и социально-экономических факторов. На протяжении последних лет эти вопросы по культурам ели обыкновенной успешно решает ФГУ «ВНИИЛМ» [9].

Непосредственное исследование культур сосны обыкновенной до возраста спелости были проведены в Калужской области. Для этих целей использовались материалы личных наблюдений на пробных площадях (было заложено несколько сот пробных площадей в сосновых культурах различного возраста) и результаты исследований других авторов в этом регионе. Для оценки качественных характеристик насаждений были приняты таксационные показатели роста (диаметр, высота и объем). За основу спелости древесины взят оптимальный возраст рубки, утвержденный приказом Государственного комитета лесного хозяйства Совета Министров СССР от 17 августа 1978 г. № 114, согласно которому в европейской части РСФСР в лесах Центрального экономического района возраст рубки для сосны установлен с 81 года. Вплоть до 2003 г. соответствующий орган лесного хозяйства Российской Федерации в пределах своих полномочий издавал приказы, которые вносили определенные корректировки оптимальных возрастов рубок по отдельным регионам. Калужской области они не коснулись.

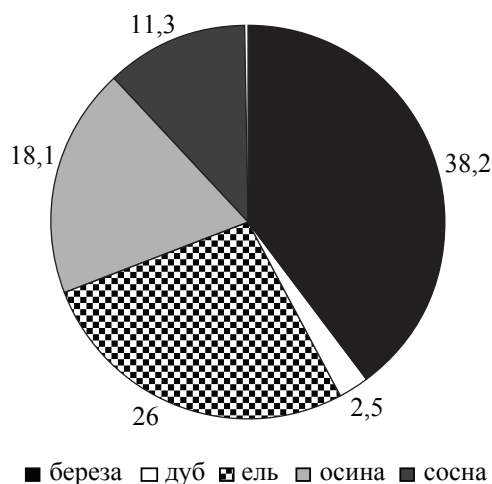


Рис. 1. Процентное соотношение древесных пород (по данным 2005 г.)

Систематизация и обработка полученных данных осуществлялась исходя из лесорастительного районирования (по Курнаеву), где Калужская область представлена двумя лесорастительными зонами – «зона широколиственных лесов» объединена в группу № 1 и «зона смешанных лесов» объединена в группу № 2 [3]. В группу №1 вошли данные пробных площадей, заложенных в сосновых культурах, расположенных в лесном фонде на территории Думиничского, Еленского, Жиздринского, Калужского, Козельского, Мещовского и Ульяновского лесхозов, а группу № 2 – Боровский, Дзержинский, Жуковский, Куйбышевский, Людиновский, Малоярославецкий и Юхновский лесхозы. Для большей наглядности изменение основных таксационных показателей в зависимости от типов условий местопроизрастания с учетом возраста культур представлены в виде сопоставлений графиков одноименных показателей первой и второй групп.

Как видно из рисунков 2, 3, 4, в зоне широколиственных лесов (группа № 1) расхождения в показателях роста в условиях $B_{2,3}$ и $C_{2,3}$ имеют закономерные отличия от роста древесины в более богатых и благоприятных условиях $C_{2,3}$. В зоне смешанных лесов (группа № 2, рис. 2, 3, 4) показатели роста к возрасту спелости в условиях $B_{2,3}$ и $C_{2,3}$ имеют нехарактерные с лесоводственной точки зрения незначительные расхождения, которые приведены в табл. 1.

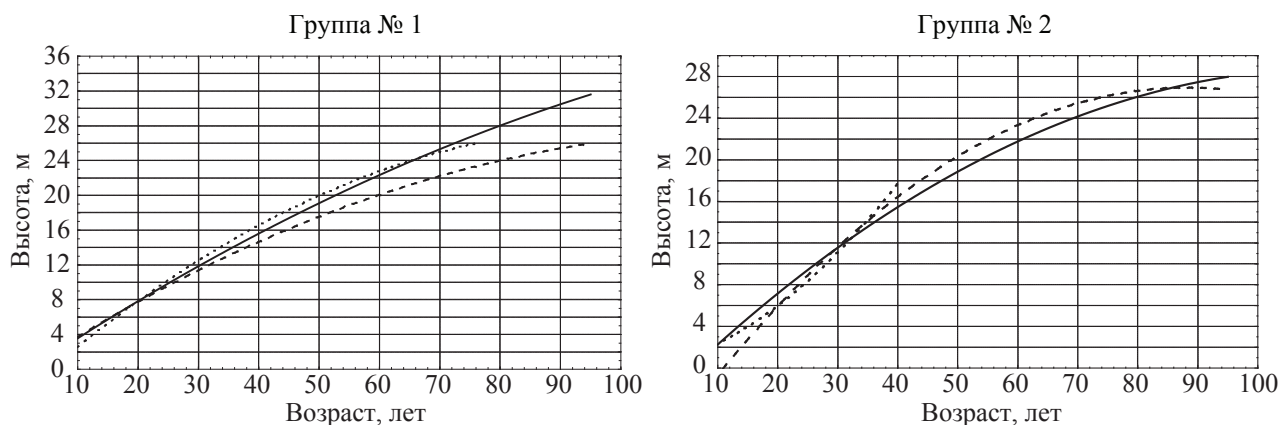


Рис. 2. Графики хода роста по высоте в зависимости от типов условий местопроизростания: (.....) – $A_{2,3}$; (-----) – $B_{2,3}$; (—) – $C_{2,3}$

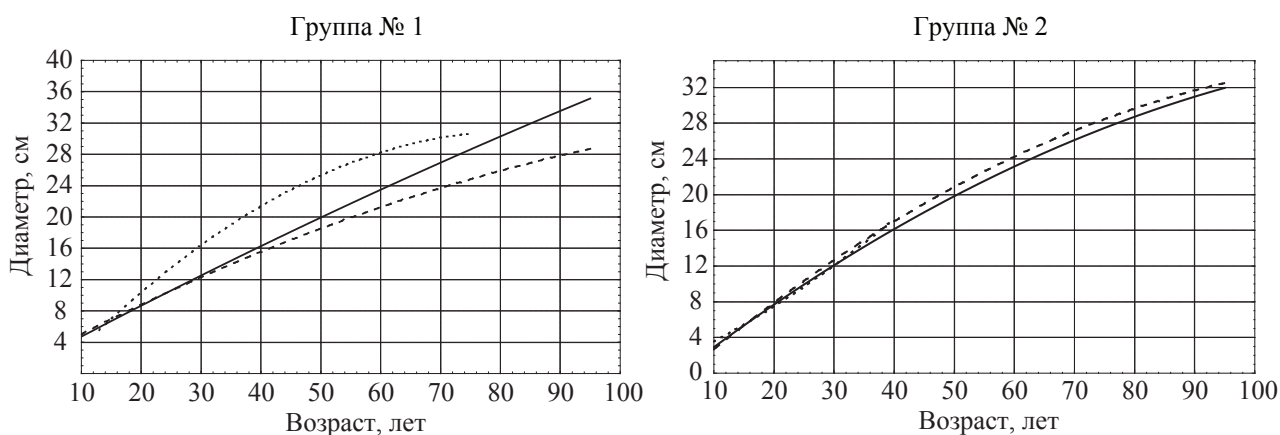


Рис. 3. Графики хода роста по диаметру в зависимости от типов условий местопроизростания: (.....) – $A_{2,3}$; (-----) – $B_{2,3}$; (—) – $C_{2,3}$

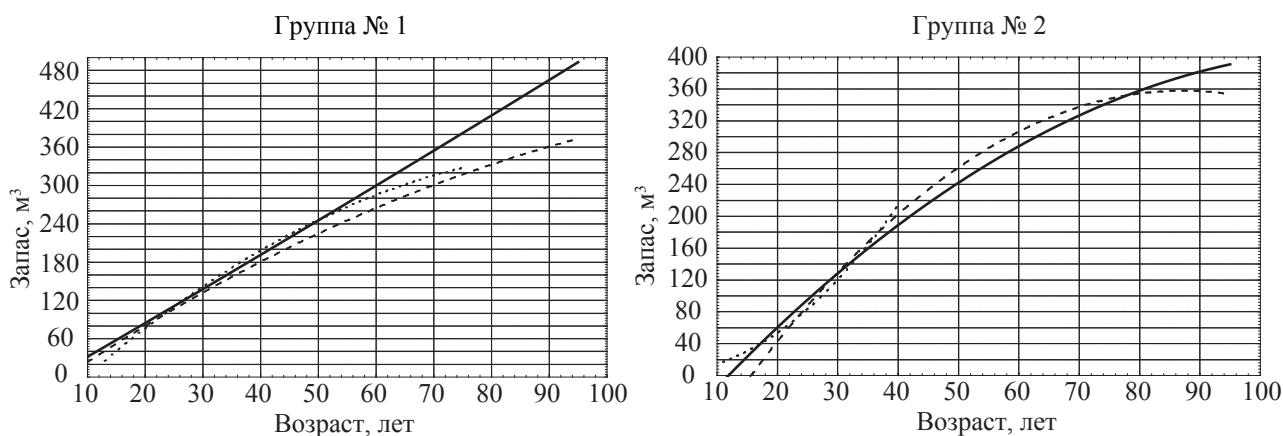


Рис. 4. Графики хода роста по объему в зависимости от типов условий местопроизростания: (.....) – $A_{2,3}$; (-----) – $B_{2,3}$; (—) – $C_{2,3}$

Т а б л и ц а 1

Таксационные показатели сосновых культур к возрасту спелости в зоне смешанных лесов

| Тип условий местопроизростания | Таксационные показатели | | |
|--------------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|
| | Высота, м | Диаметр, см | Объем, м ³ |
| $C_{2,3}$ | 26,0 | 29,0 | 360,0 |
| $B_{2,3}$ | 26,8 | 29,8 | 360,0 |
| Отклонения («+», «-») | + 0,8 | + 0,8 | 0,0 |

Сравнительная характеристика таксационных показателей сосновых культур к возрасту спелости в зонах смешанных и широколиственных лесов

| Тип условий местопроизрастания, группа лесов | Таксационные показатели | | |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|
| | высота, м | диаметр, см | объем, м ³ |
| V ₂₋₃ Группа № 2 (зона смешанных лесов) | 26,8 | 29,8 | 360,0 |
| C ₂₋₃ Группа № 1 (зона широколиственных лесов) | 28,0 | 30,5 | 410,0 |
| Отклонения («+», «-») | - 1,2 | - 0,7 | - 50,0 |

Кроме того необходимо отметить, что показатели роста в менее богатых и благоприятных условиях V₂₋₃ (группа № 2 – зона смешанных лесов) практически одинаковы или незначительно отличаются в меньшую сторону в сравнении с произрастанием культур сосны обыкновенной в условиях C₂₋₃ в зоне широколиственных лесов (группа № 1).

Поэтому результаты исследования вопросов искусственного возобновления сосны обыкновенной в зоне смешанных лесов дадут возможность на практике использовать ресурсосберегающие приемы, методы и способы выполнения лесокультурных работ.

Библиографический список

1. Бабич, Н.А. Культуры сосны и ели в европейской части России / Н.А. Бабич, М.Д. Мерзленко, И.В. Евдокимов. – Архангельск, 2004. – 112 с.
2. Котов, Л.Ф. О чем поведал Калужский бор / Л.Ф. Котов. – Калуга, Золотая аллея, 1993. – 240 с.
3. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1974. – 203 с.
4. Лесной кодекс РФ от 4 декабря 2006 г. // Российская газета. 2006. 8 декабря.
5. Лесной фонд СССР: Статистический сборник / Отв. ред. М.М. Дрожалов. – М.: МПО, 1990. – 1008 с.
6. Миронов, В.В. Экология хвойных пород при искусственном лесовозобновлении / В.В. Миронов. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 232 с.
7. О введении в действие Лесного кодекса Российской Федерации: Федеральный закон от 4 декабря 2006 г. // Российская газета. 2006. 8 декабря.
8. Писаренко, А.И. Лесовосстановление / А.И. Писаренко. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 250 с.
9. Родин, С.А. Эколого-ресурсосберегающие технологии лесовосстановления и моделирования культур ели на вырубках в зоне хвойно-широколиственных лесов / С.А. Родин. – М.: МГУЛ, 2002. – 212 с.

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИЛ И СРЕДСТВ, УЧАСТВУЮЩИХ
В ЛИКВИДАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

А.И. ЗАПОРОЖЕЦ

В основе защиты лесов от пожаров лежит дистанционный мониторинг, по данным которого планируются и проводятся необходимые противопожарные мероприятия. Объем дистанционного пожарного мониторинга – 560 млн га. Его проведение и развитие находится в ведении федерального центра [1].

Несмотря на все проводимые и планируемые мероприятия, ежегодно на активно охраняемой территории лесного хозяйства России регистрируется от 15 до 38 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 0,5 до 3,0 млн га.

Лесные пожары уничтожают не только лесной фонд, они часто становятся причиной гибели людей и целых населенных пунктов. В радиусе до 5 км от жилой зоны возникает до

70 % пожаров. Лесные пожары в 2004 г. в Кетовском районе Курганской области уничтожили поселок Чашинской (более 270 домов). На сегодняшний день в стране около 30 тыс. населенных пунктов потенциально подвержено угрозе лесных пожаров. В них отсутствует добровольная пожарная охрана и связь [1].

В настоящее время охрана лесов от пожаров осуществляется наземными и авиационными силами и средствами, находящимися в ведении Рослесхоза. При возникновении крупных лесных пожаров к тушению привлекаются силы и средства Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), а также нештатные аварийно-спасательные формирования (НАСФ) гражданской обороны.

При ликвидации лесных пожаров взаимодействуют различные министерства и ведомства, а также субъекты РФ, входящие в РСЧС.

Взаимодействие может быть организовано между МЧС России, МВД России, Рослесхозом, Росприроднадзором, Росгидрометом и др.

Особенностью взаимодействия сил и средств РСЧС, участвующих в ликвидации лесных пожаров, является то, что они имеют различную степень подчиненности органам управления, создавались в разное время, имеют разный опыт работы, неодинаковую законодательную и нормативную базу.

В статье рассматривается влияние технического оснащения и мест размещения сил РСЧС на порядок их взаимодействия при ликвидации чрезвычайной ситуации (ЧС) федерального уровня, вызванной лесными пожарами.

Взаимодействие сил и средств должно быть согласовано по действиям в зоне ЧС или по технологии проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР), применение которых невозможно без современных аварийно-спасательных средств (АСС).

Рассмотрим существующие образцы по критерию «эффективность-стоимость» и определим приоритетный состав АСС. Для этого необходимо:

- определить значения показателей (в расчетных формулах), характеризующих состав АСС и его размещение;
- проверить образцы АСС на соответствие ГОСТ и др.;
- отобрать типаж, который необходим для проведения АСДНР;
- сравнить образцы АСС по тактико-техническим характеристикам (ТТХ);
- организовать взаимодействие при проведении АСДНР в зоне ЧС.

Оптимизация отдельного АСС начинается с качественного отбора образца. На основе анализа ЧС, вызванных лесными пожарами, рассматриваются виды работ (процессы), которые необходимо выполнить, а также принятая технология производства работ и операции, выполняемые АСС. Определяются требуемые

эксплуатационные параметры основных АСС, их типы и марки, перечень технологически необходимых вспомогательных машин и их тип. Подбор АСС выполняется на основе соответствия главных эксплуатационных параметров требованиям, предъявляемым к АСС и технологии производства работ в процессе эксплуатации. Сначала рассматриваются основные ТТХ одного варианта АСС данного типа, затем другого и т.д., производится сравнение вариантов АСС одного типа по критерию «эффективность – стоимость» и выбор тех из них, которые целесообразно рассматривать на моделях более высокого уровня иерархии. Затем производится выбор оптимального варианта комплекса (комплекта) АСС.

Основные условия оптимального комплектования АСС для выполнения работ в зоне ЧС следующие:

- количество АСС, участвующих в технологическом процессе, должно быть минимальным, а конструкция и их эксплуатационно-технические показатели полностью соответствовать условиям работы;
- должны использоваться преимущественно универсальные АСС, оснащенные сменным рабочим оборудованием и приспособлениями;
- в составе каждого комплекса (комплекта) АСС выделяется одно или несколько ведущих средств, которые определяют организацию и темпы производства работ.

В результате оптимизации определяются рациональные характеристики и показатели эффективности комплектов (комплексов) АСС, которые затем подвергаются сравнительной оценке с целью отыскания тех вариантов, которые целесообразно в дальнейшем рассматривать в масштабе формирования, участвующего в ликвидации ЧС.

Для отбора образцов АСС использован метод спектрального подхода [2].

При определении номенклатурного состава АСС матрица спектрального подхода формируется для каждого типа АСС, которые принимают участие в ходе проведения АСДНР. Элементами матрицы являются значения тактико-технических характеристик АСС.

При заполнении исходной матрицы необходимо соблюдать следующие требования:

Аварийно-спасательные средства, предназначенные для ликвидации лесных пожаров

| Порядок действий | Привлекаемые силы | Аварийно-спасательные средства |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Перемещение в зону ЧС | Авиалесоохрана | Ан-3Т-08; Ан-26; Ми-8МТВ; Ан-32П; Бе-200ЧС; Ми-26 |
| | Лесхоз | ГТС-М; ГА3-3308; Т-30; ЛХТ-55; Т-150К |
| | Войска ГО | Ми-8МТВ; Ми-26; Бе-200ЧС; Ил-76(ВАП-2); МЗКТ-7930; К-702МВ; Урал-43206; Зил-433362; ГА3-3308; КамАЗ-4350; КамАЗ-5350; УАЗ-3962; ГА3-3308; ПА3-3205; УАЗ-2966; ГА3-39371 |
| | ГПС | Урал-4320-31; Урал-43206 |
| | ПСС | Зил-5301; ГА3-34038 |
| | ГО | БА3-909; Зил-433362; ГА3-3308; КамАЗ-4350; КамАЗ-5350; ПА3-3205 |
| | Министерство обороны РФ | К-702МВ; БА3-6909; КамАЗ-4350; Зил-433362 |
| | МВД России | ВА3-2120 |
| Патрулирование (разведка) зоны пожара | Авиалесоохрана | Ан-3Т-08; Ан-26; Ми-8МТВ |
| | Лесхоз | ВПЛ-6 (лесопожарный вездеход); АЛП-10 (3308)-221; ЛФ-22П (лесопатрульный катер) |
| | Войска ГО | Ми-8МТВ |
| Локализация и тушение пожара | Авиалесоохрана | Ан-32П; Ми-8МТВ (ВСУ-5); Ми-26(ВСУ-15) |
| | Лесхоз | МЛВ-2/1.2; СПУ-40-100; АЛК-25; ТЛП-55; АЛП-15-177; КС-100Д; АЦЛ-147 |
| | ГПС | АЦ-8.0-40; АР-2; ПНС-110 |
| | Войска ГО | Ми-8МТВ (ВСУ-5); Ми-26(ВСУ-15); Бе-200ЧС; Ил-76(ВАП-2); АЦ-6.0-40; ПНС-110; АР-2; МП-800; УДМ; ДЗ-171.4; ДЗ-126.В-2; ЭОВ-3521; ТМК-3; АРС «Универсальный»; АКПМ-3У |
| | ГО | ДЗ-98В.1; ДЗ-80; ДЗ-42В; ДЗ-171.4; КО-829А; МДК-433362 |
| | Министерство обороны РФ | УДМ; ДЗ-171.4; ДЗ-126.В-2; ЭОВ-4422; ТМК-3; АРС «Универсальный»; АКПМ-3У |
| Поиск и эвакуация пораженных | ПСС | АСМ-5827; АСМ-51-03 |
| | Войска ГО | АСМ-84-35; УАЗ-3962-01; АС-3308-01 |
| | Всероссийская служба медицины катастроф (ВСМК) | ГА3-32214-32; Ми-8МТВ |
| Эвакуация населения и материальных ценностей | Войска ГО | ГА3-3308; Урал-43206; КамАЗ-4350; ПА3-3205; КамАЗ-5350; |
| | ГО | ГА3-3308; КамАЗ-4350; КамАЗ-5350; ПА3-3205 |
| Организация комендантской службы | МВД России | ВА3-2110 |
| | Войска ГО | УАЗ-2966; ГА3-39371 |

– выбирать определяющие для данного типа АСС значения тактико-технических характеристик;

– использовать показатели (характеристики) сравниваемых объектов одного порядка обобщения;

– не включать показатель эффективности в исходную матрицу.

Тестовые примеры показывают, что для практического использования оценок оказывается достаточно 3–4-х циклов итераций, обеспечивающих точность, равную

0,001. Предложенный метод имеет ряд преимуществ перед другими методами расчета:

– возможность научного обоснования номенклатурного состава АСС, необходимого для ликвидации ЧС;

– использование реальной первичной информации для более точного обоснования номенклатурного состава АСС;

– сравнительно малая трудоемкость вычислений и возможность решать задачи с весьма большим числом характеристик и образцов различных АСС;

– возможность проведения сравнительной оценки с использованием средств вычислительной техники;

– возможность сравнить АСС в приоритетном ряду.

После определения приоритетного ряда образцов АСС проводится анализ, образцы сравниваются по стоимости закупок и технологии применения. Окончательно выбираются образцы АСС, которые распределяются по действиям формирований при ликвидации лесных пожаров.

Существующий порядок взаимодействия могут характеризовать:

– вероятность прибытия средств к определенному времени с учетом перемещения их от места размещения до места выполнения работ;

– вероятность, характеризующая эксплуатационную надежность функционирования комплекта средств (формирования, группировки) за определенное время;

– вероятность, характеризующая работоспособность специалистов, обслуживающих средства за определенное время;

– вероятность того, что к определенному времени осуществлено обеспечение и обслуживание выполняемых работ на рассматриваемом этапе;

– вероятность обеспечения выполнения АСДНР по территориальным звеньям (лесхоз – РФ) при ликвидации ЧС;

– затраты, необходимые для сосредоточения имеющейся группировки сил, привлекаемых к ликвидации ЧС.

С использованием полученных показателей, производятся:

– определение значений обобщающего показателя по критерию «эффективность–затраты–время»;

– выявление «узких мест» по организации взаимодействия сил, привлекаемых к ликвидации ЧС;

– установление приоритетных мероприятий по повышению эффективности взаимодействия до требуемого уровня.

Общим показателем, характеризующим деятельность всех сил, необходимых для ликвидации лесного пожара, может быть вероятность обеспечения выполнения АСДНР.

При определении рациональных значений характеристики и показателей рационально необходимой системы взаимодействия нужно решить задачу оптимизации, по которой для заданного значения показателя эффективности определяются характеристики и показатели при наименьших затратах.

Показатели результативности процессов обеспечения и обслуживания, определяемые в форме вероятности $[R_i(t_0)]$, равны единице, так как при рационально необходимой системе взаимодействия должны быть выполнены в полном объеме.

Вероятности, характеризующие эксплуатационную надежность средств $[R_3(t)]$, определены исходя из времени наработки АСС на один отказ и времени, необходимого на его устранение, установленные нормативными требованиями для АСС (табл. 1).

Вероятности, характеризующие работоспособность обслуживающего персонала $[\bar{Q}(t)]$, должны быть не ниже значений, характеризующих эксплуатационную надежность средств, которые они обслуживают.

Т а б л и ц а 2

Показатели, характеризующие рационально необходимую систему взаимодействия при ликвидации лесных пожаров

| Характер ЧС | Вероятность надежности функционирования сил и средств | Вероятность прибытия сил и средств к месту выполнения работ | Вероятность обеспечения выполнения АСДНР | Затраты, необходимые для обеспечения выполнения АСДНР, тыс. руб. | Отношения значения выполнения АСДНР к величине затрат |
|------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Локальный | 0,967 | 0,951 | 0,920 | 3,8 | 0,242 |
| Муниципальный | 0,951 | 0,928 | 0,882 | 31,5 | 0,028 |
| Межмуниципальный | 0,932 | 0,889 | 0,828 | 45,0 | 0,018 |
| Межрегиональный | 0,895 | 0,819 | 0,733 | 59,5 | 0,012 |
| Федеральный | 0,884 | 0,801 | 0,708 | 113,4 | 0,006 |

Значение вероятности прибытия средств к месту выполнения работ $[F(t_0)]$ определялось исходя из нормативных требований по их размещению и времени начала работ.

Исходя из вышеизложенного были определены значения выходных показателей, характеризующих рационально необходимую систему взаимодействия сил и средств при ликвидации лесных пожаров (табл. 2), которые в дальнейшем необходимо сравнить с показателями, характеризующими существующий порядок взаимодействия.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБОСНОВАНИЮ СИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

А.И. ЗАПОРОЖЕЦ

Разработанные методы предназначаются для подготовки и реализации управленческих задач системы взаимодействия сил и средств, в том числе и при тушении лесных пожаров и вызываемых ими чрезвычайных лесопожарных ситуаций, экологических бедствиях и т.п.

Методические рекомендации по взаимодействию во время тушения лесных пожаров используют методы, объединенные в систему научного обеспечения управления выполнением аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) при ликвидации чрезвычайных лесопожарных и других чрезвычайных ситуаций в мирное и военное время, а также при чрезвычайном положении. Они предназначены для разработки мероприятий по подготовке проектов решений текущего и перспективного характера на научной основе, проведения обсуждения, согласования и утверждения принимаемых решений и контроля за их реализацией.

Научной основой являются идеи и методы исследования операций, методы теории вероятностей и математической статистики, а также специализированные (частные) методы, разработанные в научных организациях МЧС России.

Методические рекомендации предназначены для лиц, принимающих решения на уровне предприятия, органа самоуправления,

Библиографический список

1. Воробьев, Ю.Л. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы. МЧС России / Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. – М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. – 312 с.
2. Васильев, Ю.Л. Спектральный подход к сравнению объектов, охарактеризованных набором признаков / Ю.Л. Васильев, А.Н. Дмитриев. – М.: Доклады АН СССР, 1972. – Т. 206. – № 6.
3. Запорожец, А.И. Определение рационального состава и размещения группировки войск ГО с учетом особенностей регионов МЧС России / А.И. Запорожец. – М.: ФЦ ВНИИ ГОЧС, 2002. – 168 с.

субъекта РФ, федерального округа и федерального уровня. Они применяются при решении управленческих задач, рассматриваемых как единое целое: *определение и анализ рационально необходимой системы взаимодействия; анализ существующего порядка взаимодействия.*

При разработке методических рекомендаций использовался системный подход и два класса типовых задач: анализа и синтеза. Задача анализа заключается в том, чтобы при заданных значениях характеристик и показателей системы определить содержание и объем выполняемых функций. Задача синтеза состоит в том, чтобы определить такие характеристики и показатели системы взаимодействия, при которых обеспечивается выполнение заданных функций с минимальным расходом ресурсов.

Организационная структура средств и сил формируется в рамках выполнения АСДНР применительно к отраслевым и территориальным звеньям. В качестве отраслевых звеньев рассматриваются рабочие места, участки работ, подразделения, предприятия, отрасли и комплексы взаимосвязанных отраслей. К территориальным звеньям относятся квартиры, здания и сооружения, микрорайоны (кварталы), сельские поселения, районы города и города, сельские районы, субъекты РФ, федеральные округа.

Определение рационально необходимой системы взаимодействия весьма важно для подготовки и реализации управленческих задач взаимодействия сил и средств, в том числе при тушении лесных пожаров и вызываемых ими чрезвычайных лесопожарных ситуаций. Порядок определения рационально необходимой системы взаимодействия:

- установление отраслевых и территориальных звеньев;
- установление приоритетного ряда видов и типов воздействия поражающих факторов чрезвычайных ситуаций по звеньям;
- определение содержания и объема работ в рамках звена;
- определение рационального распределения существующих средств по звеньям;
- образование из указанных средств типажа формирований;
- установление системы управления формированиями при выполнении АСДНР по звеньям;
- расчет вероятности выполнения АСДНР по звеньям при условии нормального взаимодействия.

Как правило, для определения рационального распределения существующих средств устанавливается основной процесс и его этапы, а также процессы обеспечения и обслуживания. На уровне этапа определяются рациональные значения характеристик и показателей для выполнения АСДНР при первом, втором и последующих типах воздействия. Далее производится последовательная передача полученных результатов расчета от нижнего этапа к соседнему вышшему этапу и т.д.

Следует отметить, что аналогичная вычислительная процедура применяется для определения характеристик и показателей для следующего по ряду вида работ. При целесообразности необходимости используются результаты расчетов рационально необходимой системы взаимодействия от одного вида работ к другому. Далее проводится анализ результатов расчетов.

При *анализе существующего порядка взаимодействия* оценивается его структура, объем выполняемых АСДНР и затраты, необходимые для этого, а также рассматриваются

виды и типы воздействий, которые являются аналогичными с рационально независимой системой взаимодействия.

Показателем эффективности в рамках звена является объем выполненных АСДНР за определенное время.

При этом для оценки эффективности и экономичности действий средств и сил при ликвидации чрезвычайных ситуаций по звеньям применяются показатели на уровне:

- процессов, их этапов и операций (показатели результативности и стоимости);
- средств и сил, участвующих в реализации процессов, их этапов и операций (показатели эффективности выполнения АСДНР и затрат);
- средств и сил, привлекаемых для ликвидации чрезвычайной ситуации от одного или нескольких типов воздействия (вероятность выполнения АСДНР);
- средств и сил, принимающих участие в ликвидации чрезвычайных ситуаций от различных типов воздействия в рамках одного или нескольких звеньев (выполнение АСДНР в рамках соответствующих звеньев).

Показатели анализа отражают степень влияния исходных данных и характеристик на величину результативности, эффективности, стоимости и затрат.

На уровне отдельного средства, комплекса и комплекта средств анализируются следующие показатели:

- ожидаемый и фактический объем работ по видам за определенное время (год);
- отношение ожидаемого объема работ по видам к требуемому за год;
- требуемый объем работ по видам на одного человека в год;
- фактический объем работ по видам, чел./год;
- затраты на выполнение ожидаемого объема работ по видам, чел./год;
- затраты на выполнение требуемого объема работ по видам, чел./год;
- отношение ожидаемого объема работ по видам к требуемому, чел./год;
- отношение затрат на ожидаемый объем работ по видам, к требуемым затратам, чел./год;
- себестоимость основных видов работ.

Важно отметить, что на уровне формирований и группировки формирований осуществляется анализ показателей по каждому из них в соответствии с указанным перечнем.

Определение рационально возможной системы взаимодействия возможно на основе решения задачи распределения денежных средств, равных существующим затратам на процессы обеспечения и обслуживания. При этом по каждому виду работ производится расчет:

- разности между ожидаемыми и требуемыми объемами работ по видам;
- отношений ожидаемого объема работ каждого вида к существующему;
- ожидаемого объема работ, чел./год;
- затрат на объем работ по видам, чел./год;
- отношений затрат на ожидаемый объем работ к требуемым затратам, чел./год.

Для повышения значений характеристик и показателей важна разработка возможных мероприятий и определение из их числа приоритетных в рамках ресурсных ограничений.

Для достижения конечного результата необходимо установление перечня основных, обеспечивающих и обслуживающих процессов, протекающих в рамках звеньев, а также установление показателей результативности и показателей стоимости рассматриваемых процессов. Для этого используется способ выражения содержания и объема работ (функций, задач) через конечные результаты процессов функционирования.

Процедура оценки факторов и мероприятий предполагает установление факторов, которые оказывают влияние на процесс, последующее определение значений параметров и их учет при вычислении показателей результативности и стоимости. Для определения влияния факторов на конечный результат процесса необходимо установление перечня мероприятий. Результатом оценки влияния факторов и мероприятий является выявление приоритетных в рамках ресурсных ограничений, для чего применяется спектральный подход.

Эффективное взаимодействие предполагает осуществление четкого и своевре-

менного планирования АСНДР. При планировании разрабатывается ряд документов: программа развития средств и сил МЧС РФ; программа развития средств и сил противопожарной службы, гражданской обороны и системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций; планы формирований и др.

Регулирование осуществляется с целью изменения значений характеристик и показателей объектов регулирования в направлении повышения или понижения их уровней путем реализации соответствующих мероприятий или заблаговременного ограничения или устранения действия факторов. Необходимость регулирования может возникнуть в двух важных случаях:

- при увеличении или уменьшении объема одной или нескольких видов работ при рациональных затратах;
- при распределении определенной суммы денежных средств так, чтобы произвести наибольший объем работ.

Регулирование осуществляется по группам: поражающие факторы чрезвычайных ситуаций, факторы взаимодействия, технические, экономические, организационные и управленческие.

Важно отметить, что при регулировании устанавливаются те процессы функционирования, на которые оказывают влияние не все, а лишь учитываемые факторы.

Целью *контроля* является обеспечение стабильности системы взаимодействия в целом, а также по отраслевым и территориальным звеньям.

Для обеспечения стабильности производится проверка: эффективности мероприятий; осуществления финансовых, организационных, инженерно-технических и других мероприятий.

Таким образом, рассмотренные в данной статье методические рекомендации по взаимодействию при ликвидации чрезвычайных ситуаций, в том числе тушении лесных пожаров – источников чрезвычайных лесопожарных ситуаций, представляют собой совокупность методов, объединенных в систему научного обеспечения управления и применяемых для организации эффективной борьбы с различными видами ЧС.

ПОСТОЯННОЙ КОМИССИИ ПО БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЕ ЛЕСА МОББ (ЮВС) – 25 ЛЕТ

1 декабря 1982 г. на заседании Совета Восточно-Палеарктической секции Международной организации по биологической борьбе с вредными животными (МОББ – ЮВС) было принято решение о создании Постоянной комиссии по биологической защите леса (ПК – 6), (документ МОББ/ВПС/С – 4/9). Впоследствии это решение было утверждено на третьей сессии Генеральной ассамблеи Восточно-Палеарктической секции (ВСП) МОББ.

Инициаторами создания комиссии были проф. А.И. Воронцов – заведующий кафедрой лесозащиты МЛТИ и Г. Цанков – профессор Института леса Болгарской академии наук. На совете был заслушан доклад А.И. Воронцова «Состояние и перспективы биологической защиты леса», в котором отразился всемирный интерес к этому методу в области сельского хозяйства, различных направлений растениеводства и лесозащиты. В конце 60-х и в 70-е гг. XX в. биологические методы защиты растений стремительно развивались в большинстве стран Европы и Азии. Этому способствовало осознание учеными-экологами и биологами той катастрофической угрозы существованию экологических систем и здоровью человечества, которая создавалась при неумеренном применении химических пестицидов против вредителей сельского и лесного хозяйства.

После выхода в свет в 1962 г. книги Рейчел Карсон «Безмолвная весна» осознание угрозы существованию всего живого на планете стало глубоко проникать в различные слои широкой мировой общественности.

В этот период во многих странах стали создаваться лаборатории и институты, где разрабатывались теории биологического подавления вредных организмов и их практическое воплощение. Были сформулированы основные теоретические и прикладные аспекты биологического метода борьбы с вредителями. Был создан многонациональный центр – Институт биологической борьбы содружества наций (ИББСН). По всему свету разбросаны его полевые станции, где ведутся сбор и разведение полезных хищных и паразитических насекомых, перспективных для биометода.

В 1967 г. проф. А.И. Воронцов добивается открытия на возглавляемой им кафедре специа-

лизации «Лесозащита» с дисциплиной «Биологические методы защиты леса». С момента образования в рамках глобальной организации МОББ ВСП в 1977 г. А.И. Воронцов активно сотрудничает в ней, привлекая к работе специалистов по лесозащите из Белоруссии, Украины, Болгарии, Чехословакии, Германии.

Создание Восточно-Палеарктической секции МОББ с руководящим центром в Москве было заметным событием для стран бывшего соцлагеря и, прежде всего, для СССР, где к этому времени был уже накоплен значительный опыт по применению энтомофагов и биологических препаратов на основе энтомопатогенных микроорганизмов в области сельского и лесного хозяйств и тепличного растениеводства.

Основными задачами ВПС, определенными ее уставом, была пропаганда биологического метода – приоритетного экологического направления в защите растений, сбор и распространение информации, содействие внедрению новейших научных достижений и эффективных биологических средств подавления вредных организмов, организация международных совещаний и научных симпозиумов по различным аспектам биологической защиты растений, содействие международному обмену полезными организмами и образцами биопрепаратов, созыв один раз в три года Генеральной ассамблеи ВПС МОББ.

В состав ВПС вошли: Россия, Болгария, Чехия, Словакия, Польша, Румыния, Венгрия, Германия, Македония, Белоруссия, Украина, Грузия, Молдавия, Армения, Литва, Латвия, Эстония.

В последние годы обозначилось сближение ВПС с западной секцией. Создан совместный исполком двух секций для выработки стратегии применения биологических препаратов в защите растений и координации исследований. Ученые Западной секции постоянно принимают участие в научных симпозиумах ВПС. Частыми участниками симпозиумов бывают ученые Канады и США.

Значение деятельности ВПС МОББ трудно переоценить, особенно в условиях все усиливающегося загрязнения окружающей среды химическими компонентами промышленных и транспортных выбросов.

Создавая постоянную комиссию по биологической защите леса в рамках ВПС МОББ, А.И. Воронцов и Г. Цанков стремились объединить усилия ученых разных стран в разработке методов биологического подавления и регулирования популяций вредителей леса. В состав комиссии были привлечены выдающиеся лесные энтомологи стран Восточной Палеарктики. Традиции, заложенные профессорами А.И. Воронцовым и Г. Цанковым, поддерживаются и поныне членами комиссии ПК-6, многие из которых были их учениками.

Георгий Цанков был первым председателем ПК-6, А.И. Воронцов – сопредседателем. В состав первой комиссии входили выпускники кафедры защиты леса МЛТИ Л. Крушев и В. Знаменский, внесшие значительный вклад в организацию ее работы. Со дня образования ПК-6 и по настоящее время в должности зам. председателя ПК-6 работает проф. кафедры экологии и защиты леса МГУЛ М.А. Голосова, возглавляет рабочую группу по образованию в области биологической защиты леса зав. кафедрой экологии и за-

щиты леса МГУЛ проф. В.А. Липаткин, членами ПК-6 в настоящее время являются выпускники МГУЛ Н.И. Лямцев и Ю.А. Сергеева (ВНИИЛМ), А.Д. Орлинский (ЕОЗР), А.Ю. Баранов (Тропический центр).

На V сессии Генеральной ассамблеи ВПС МОББ на пост председателя Постоянной комиссии по биологической защите леса избран Ю.И. Гниненко – ведущий специалист по защите леса ВНИИЛМ. Благодаря его энергичным усилиям работа комиссии значительно активизировалась. Ежегодно проводятся конференции и научные симпозиумы в России, Венгрии, Болгарии, Польше, Украине. Систематически издаются информационные бюллетени по биологической защите леса и лесопатологическому мониторингу, где отражены научные исследования ученых – членов ПК-6 МОББ. Деятельность Постоянной Комиссии ПК-6 является важным каналом для обмена идеями, информацией и координацией исследований по биологической защите леса во всем мире.

Голосова М.А.

Международная научная конференция «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ» (Москва, 2007)

Международная научная конференция «Актуальные проблемы рекреационного лесопользования» проходила 16–18 октября 2007 г. в Главном ботаническом саду РАН. Ее организаторами были Московский государственный университет леса, Главный ботанический сад РАН им. Н.В. Цицина и Институт лесоведения РАН. Издание сборника тезисов докладов осуществила Программа фундаментальных исследований отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России. Фундаментальные основы рационального использования». Конференция прошла при участии и финансовой поддержке НПСА «Здоровый лес», информационный спонсор – журнал «Живой лес».

Общее число участников конференции – 114 человек из России, Белоруссии, Польши, Румынии и Германии. Состав конференции отражал широкий спектр исследователей из научных учреждений и вузов и включал многих представителей муниципальных, природоохранных и производственных организаций, свя-

занных в деятельности с проблемами рекреационных лесов.

Особенно широко была представлена вузовская наука. В работе конференции участвовали ученые лесных вузов – Московского государственного университета леса, Марийского государственного технического университета, Санкт-Петербургской государственной лесотехнической академии им. С.М. Кирова, Сыктывкарского лесного института, Уральского государственного лесотехнического университета; сельскохозяйственных вузов, где имеются лесные кафедры – Алтайского и Башкирского государственных аграрных университетов, Воронежской и Ульяновской государственных сельскохозяйственных академий, Варшавской сельскохозяйственной академии (Warsaw Agricultural University), Сельскохозяйственного университета г. Познани (Agricultural University of Poznan) и Национального аграрного университета Украины.

В конференции приняли участие представители университетов – Белорусского государс-

твенного педагогического им. М. Танка, Варшавского экономического (University of Economics, Warsaw), Гомельского им. Ф. Скорины, Пермского, Кемеровского – культуры и искусства, Нижегородского архитектурно-строительного, Омского педагогического, Петрозаводского, Румынского (University «Ștefan cel mare Suceava») и Ульяновского, а также Саратовской государственной академии права.

Академическая наука была представлена учеными из Института леса СО РАН им. В.Н. Сукачева, Института комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Института биологии Уфимского НЦ РАН, Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Института биологии Карельского НЦ РАН, Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Главного ботанического сада РАН, Ботанического сада-института Дальневосточного отделения РАН, Центрального ботанического сада НАН Беларуси.

Отраслевую науку представляли ученые ВНИИЛМ, ВНИИ охраны природы и Украинского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого.

Среди участников природоохранных организаций были представители Национального парка «Лосиный остров», Национального парка «Югд Ва», Природно-исторического заповедника «Гор-

ки» и Всемирного союза охраны природы. От проектных и производственных организаций приняли участие в конференции специалисты ГПУ «Мосэкомониторинг» и ФГУП «Центрлеспроект».

На пленарном заседании конференции с докладами выступили Л.П. Рысин (Институт лесоведения РАН) – «Основные положения концепции современного рекреационного лесопользования»; Кузьмичев Е.П. (Московское городское управление ООПТ) – «Особо охраняемые природные территории Москвы: состояние и перспективы развития»; Е.Г. Мозолевская (МГУЛ) – «Факторы нарушения устойчивости лесов Москвы и ближнего Подмосковья и их роль» и Л.И. Савельева (Институт лесоведения РАН) – «Динамика и устойчивость древостоев сложных сообществ в рекреационных лесах ближнего Подмосковья».

После заслушанных на пленарном заседании докладов для участников конференции был организован научно-практический семинар «Применение оборудования RINNTESCH для диагностики состояния деревьев и древесины». Семинар с большим успехом при внимании и глубоком интересе слушателей провел изобретатель уникального оборудования, физик и ученый, руководитель RINNTESCH, доктор Франк Ринн (Германия).

На конференции работали секции: «Рекреационные леса: оценка состояния и ресурсное значение», «Влияние рекреации на лесные экосистемы и их компоненты», «Научные основы мониторинга и сохранения рекреационных лесов».

Решение Международной научной конференции «Актуальные проблемы рекреационного лесопользования»

Заслушав и обсудив представленные на международную конференцию доклады, участники конференции *констатируют*. Проблема рекреационного использования лесов в современный период в полной мере сохраняет актуальность. Леса, особенно городские и пригородные, испытывают значительные рекреационные нагрузки, наносящие существенный экологический ущерб. Теряется биологическое разнообразие лесных экосистем, являющееся признаком и гарантией их устойчивости, снижается эффективность выполнения рекреационных и санитарно-гигиенических функций, сокращаются лесные площади,

уменьшается их рекреационная емкость и пригодность. Несмотря на значительный географический масштаб решения проблем рекреационного лесопользования, их результативность остается невысокой как из-за недостаточной «социальной востребованности» и поддержки, так и в связи с отсутствием координации исследований и необходимых регулярных контактов исполнителей. Остается нерешенной и проблема адаптированного к условиям рекреационного лесопользования в разных категориях рекреационных лесов комплекса природоохранных, лесохозяйственных и биотехнических мероприятий. Большую тре-

вогу вызывают участвовавшие случаи нецелевого использования площади рекреационных лесов. Недостаточно разработанными остаются вопросы функционального зонирования территорий объектов, оптимизации мероприятий по их благоустройству и экономические аспекты рекреационного лесопользования. Участники конференции уверены, что рекреационное лесопользование может и должно быть экономически выгодным – приносящим значительный доход при одновременном неистощительном пользовании лесом.

Конференция постановляет:

1. Сосредоточить внимание ученых и практиков рекреационного лесопользования на разработке следующих проблем:

- методологии и методики создания и ведения кадастра рекреационных лесов;
- концепции и методологии оценки рекреационно-экономического потенциала лесных территорий;
- методов сохранения и восстановления биоразнообразия на территориях рекреационного лесопользования;
- сохранения и рационального использования памятников природного и природно-культурного наследия на рекреационных территориях;
- теоретических и методологических основ ведения лесного хозяйства, в том числе системы рубок разного целевого назначения, комплекса лесозащитных мероприятий, содействия естественному возобновлению, создания лесных культур на территориях объектов рекреационного лесопользования;
- научных основ и методов реконструкции малоценных лесов и лесов с нарушенной и утраченной биологической устойчивостью в целях повышения их рекреационно-экономического потенциала;
- методологии и методики мониторинга рекреационных лесов в целях оценки и прогнозирования их состояния;
- приемов дизайна территорий рекреационного лесопользования.
- современных методов диагностики, лечения и ухода за древесными растениями.

2. Просить Агентство лесного хозяйства МПР обсудить на открытом заседании (с участием представителей научной общественности) ситуа-

цию в области рекреационного лесопользования и принять программу «Рекреационное лесопользование в России» сроком на пять лет. Средства, выделяемые программой, будут использованы для финансирования исследований на конкурсной основе по вышеназванным темам, а также для регулярного проведения рабочих совещаний и публикации их материалов.

3. Считать крайне важным дальнейшее развитие международного сотрудничества по проблемам рекреационного лесопользования и выразить благодарность ученым Беларуси, Украины, Польши, Румынии, принявшим активное участие в работе конференции.

4. Рекомендовать заинтересованным городским структурам при диагностике состояния деревьев и доказательного выявления скрытых гнилей применять оборудование RINNTESCH (Германия), а также использовать приборы в научной и учебной деятельности при подготовке специалистов по уходу за деревьями в урбанизированной среде.

5. Для дальнейшей координации исследований в области рекреационного лесопользования создать инициативную группу в составе: д. б. н. Е.Г. Мозолевская, к. б. н. В.А. Липаткин (МГУЛ), д. б. н. Л.П. Рысин, к.б.н. Л.И. Савельева (Институт лесоведения РАН), д. б. н. А.С. Демидов (ГБС РАН), к.б.н. С.Л. Рысин, к.б.н. О.В. Дмитриева (МГУЛ).

6. Выразить благодарность Московскому государственному университету леса, Институту лесоведения РАН и Главному ботаническому саду им. Н.В. Цицина РАН за организацию конференции, руководителям программы фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Биологические ресурсы России» за публикацию тезисов докладов, НПСА «Здоровый лес» и журналу «Живой лес» за финансовую и информационную поддержку конференции, а НП «Лосиный остров» за организацию экскурсии для участников конференции.

Считать целесообразным провести рабочее совещание по проблемам рекреационного лесопользования осенью 2008 года в Московском государственном университете леса.

**Мозолевская Е.Г.,
Рысин С.Л.**

Моисеев Н.А. ТРИАДА – ЛЕСОУПРАВЛЕНИЕ, ЛЕСОУСТРОЙСТВО И ЛЕСНАЯ ЭКОНОМИКА В ТРУДАХ ПРОФ. М.М. ОРЛОВА.

Рассматривается непреходящее значение трудов классиков российского лесоводства Г.Ф. Морозова и М.М. Орлова и необходимость одновременного развития лесостроительства и лесной экономики как важнейших составляющих эффективного лесопользования.

Moiseev N.A. FOREST MANAGEMENT, FOREST ESTABLISHMENT AND FOREST ECONOMICS IS TRIAD OF PROFESSOR M.M. ORLOV'S PROCEEDINGS.

Significance of G.F. Morozov and M.M. Orlov's proceedings of classical scholars in silviculture and necessity to develop simultaneously forest establishment and forest economics as important components of effective forest management are scrutinized.

Кожухов Н.И., Обыденников В.И. УЧЕНИЕ Г.Ф. МОРОЗОВА О ЛЕСЕ – НАУЧНЫЕ ИСТОКИ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА.

В статье раскрываются основные положения фундаментального труда Г.Ф. Морозова «Учение о лесе» и их влияние на формирование научных направлений устойчивого развития лесного хозяйства.

Kozhukhov N.I., Obydennikov V.I. G.F. MOROZOV'S STUDY OF FOREST – SCIENTIFIC SOURCES OF SUSTAINABLE FORESTRY.

The article describes the basic theses of G.F. Morozov's fundamental work *Study of forest* and their effect on forming scientific trends of sustainable development of forestry.

Рысин Л.П. ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ ЛЕСНОЙ ТИПОЛОГИИ В РОССИИ.

Рассмотрены основные этапы становления и современное состояние лесной типологии – одной из важнейших областей лесоведения.

Rysin L.P. THE PAST AND PRESENT OF FOREST TYPOLOGY IN RUSSIA.

The basic stages of formation and modern state of forest typology are discussed as one of the important areas of silviculture.

Родин С.А. ГЕОРГИЙ ФЕДОРОВИЧ МОРОЗОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ЧАСТНОГО ЛЕСОВОДСТВА.

Понятие «частное лесоводство» было впервые сформулировано Г.Ф. Морозовым. Рассматриваются заслуги автора в развитии и формировании этого важнейшего направления лесоводства и постепенная трансформация его в дисциплину «Лесные культуры».

Rodin S.A. GEORGY FEDOROVICH MOROZOV IS A FOUNDER OF PRIVATE SILVICULTURE.

G.F. Morozov invented concept of private silviculture. The author's contribution in development and formation of the most significant trend in silviculture and its gradual transformation in the discipline Forest Cultures are assessed.

Бурков В.Д., Крапивин В.Ф., Шалаев В.С. РОЛЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РЕГУЛИРОВАНИИ ПАРНИКОВОГО ЭФФЕКТА.

Оценивается роль лесных экосистем в регулировании парникового эффекта за счет стока избыточного CO₂ из атмосферы. Дается характеристика моделей для параметризации потока CO₂ между атмосферой и лесными экосистемами. Приводятся полуэмпирические зависимости первичной продукции леса от температуры и осадков. Показано, что взаимосвязь между глобальным циклом CO₂ и наземной растительностью проявляется через зависимость первичной продукции и скорости разложения отмершей биомассы от температуры и концентрации CO₂ в атмосфере. Отмечено, что для повышения

достоверности оценок парникового эффекта необходимо создавать более сложные и детальные модели биогеохимического цикла парниковых газов с учетом интерактивности природных процессов.

Burkov V.D., Krapivin V.F., Shalaev V.S. SIGNIFICANCE OF THE FOREST ECOSYSTEMS IN GREENHOUSE EFFECT CONTROL.

The role of forest ecosystems as the greenhouse effect regulator due to the sink of excess CO₂ from the atmosphere is discussed. It is given the characteristic of models that parametrize the CO₂ flux between the atmosphere and forest ecosystems. Semi-empirical dependencies of the net primary production of forest on the temperature and precipitation are given. It was shown that correlation of global carbon cycle and land vegetation is shown via the dependence of net primary production and speed of dead organic matter decomposition on the temperature and CO₂ concentration in the atmosphere. It was marked that improvement of reliability for the greenhouse effect assessment needs the working out of more complex and detailed models of biogeochemical cycle of greenhouse gases taking into account the interactivity of natural processes.

Шалаев В.С. НЕКОТОРЫЕ СООБРАЖЕНИЯ О НАЦИОНАЛЬНОЙ ЛЕСНОЙ ПОЛИТИКЕ.

В статье приводятся данные зарубежных ученых о выходе человеческого общества за пределы роста в развитии, подчеркивается усиление многоцелевой и глобальной значимости российских лесов, делается вывод о необходимости учета при разработке национальной лесной политики в первую очередь ее «лесовосстановительной» составляющей.

Shalaev V.S. SEVERAL OPINION ABOUT THE NATIONAL FOREST POLICY.

The article contents the data of foreign scientists in case of the moving of a human society for limits of growth in the development. In this connection it is emphasized the amplification the multi-purpose and global importance of Russian forests, there is also a conclusion about the necessity of the consideration in developing of national forest policy and first of all its forest regeneration component.

Николаевский В.С., Якубов Х.Г. РАЗВИТИЕ МОСКВЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕГАПОЛИСА.

Многолетние комплексные исследования ОАО «Прима-М» позволили выявить причины ухудшения условий среды и состояния зеленых насаждений и выполнения ими санитарно-гигиенических и экологических функций в мегаполисе. Разработаны новые и эффективные методы экологических исследований и временные дифференцированные нормативы допустимого загрязнения воздуха для зеленых насаждений по 7 ингредиентам. Сформулированы важнейшие задачи по улучшению зеленого строительства и состояния насаждений, по развитию экологических исследований и решению проблем охраны природы.

Nikolaevsky V.S., Yakubov H.G. MOSCOW DEVELOPMENT AND UP-TO-DATE ECOLOGICAL PROBLEMS OF MEGA POLIS.

Prima-M, a public company, reveals reasons of deteriorating media and conditions of plantations and performing hygienic and ecological functions in mega polis. New and effective methods are worked out for ecological explorations and temporary varied norms of admissible air pollution for green plantations by 7 ingredients. Important tasks to improve plantation development and plant conditions, to develop ecological investigations and to solve problems related to nature protection are presented.

Беднова О.В. ЛЕСА МОСКОВСКИХ ООПТ: РЕКРЕАЦИЯ ИЛИ ОХРАНА ПРИРОДЫ.

Анализируются перспективы развития природного комплекса Москвы. Обосновывается необходимость дифференцированного подхода к управлению озелененными и природными территориями. Рассматриваются реальные пути поддержания и сохранения естественного биоразнообразия лесных экосистем особо охраняемых природных территорий в мегаполисе.

Bednova O.V. FORESTS OF MOSCOW: RECREATION OR NATURE PROTECTION.

It analyses perspectives of development of Moscow natural complex. Varied approach how to control plant trees and gardens and natural settings is substantiated. Practical ways to maintain and conserve natural biodiversity of ecosystems in especially protected natural settings in mega police are discussed.

Ижевский С.С. ЛЕСНОЙ КАРАНТИН: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ.

Сделана попытка ответить на вопросы: действительно ли лесам России угрожают чужеземные вредители. И если угрожают, то какие из них представляют реальную опасность и должны быть включены в перечень карантинных объектов, а какие нецелесообразно рассматривать в качестве таковых. Этот вопрос особенно важен в связи с постоянно меняющимся характером, спецификой и направленностью потоков лесной продукции в международной торговле.

Izhevsky S.C. FOREST IN QUARANTINE: MYTH AND REALITY.

The article tries to answer a question: Do alien vermin really threaten Russian forests? And if they threaten which of them are of real danger and must be on list of quarantine objects, and which are considered as such. The matter is very important in view of constantly changing character, specificity and direction of forest products flows in the international trade.

Мозолева Е.Г., Исмаилов А.И., Алексеев Н.А. ОЧАГИ НОВОГО ОПАСНОГО ВРЕДИТЕЛЯ ЯСЕНЯ – ИЗУМРУДНОЙ УЗКОТЕЛОЙ ЗЛАТКИ В МОСКВЕ И ПОДМОСКОВЬЕ.

Ясеновая изумрудная узкотелая златка – *Agrilus planipennis* является карантинным вредителем и в настоящее время представляет большую опасность для насаждений ясеня пенсильванского в Москве. Описаны особенности распространения, очаги, биология и вредоносность златки. Приведены первоочередные мероприятия по локализации её очагов в насаждениях Москвы.

Mozolevskaya E.G., Ismailov A.I., Alekseev N.A. HOTBEDS OF NEW DANGEROUS PEST OF ASH-TREE – EMERALD BORER OF NARROW BODY IN MOSCOW AND MOSCOW REGION.

Emerald borer of narrow body – *Agrilus planipennis* – is a quarantine pest and is of great danger for Pennsylvania ash in Moscow. Distinctive features of spread, hotbeds, biology and harmful acts of borer are described. Primary steps to localize its hotbeds in plantation of Moscow are given.

Гниненко Ю.И. КЛОПЫ-КРУЖЕВНИЦЫ РОДА *CORYTHUCHA* – ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ СТАРОГО СВЕТА.

Рассмотрена проблема проникновения представителей рода *Corythucha* на новые территории, в том числе в Европе и Азии.

Gninenko U.I. THE BEDBUGS-KRUZHEVNICA SORT *CORYTHUCHA* - A DANGER FOR WOOD-SHRUBBERY OF THE PLANTS OF THE OLD WORLD.

The Considered problem of the penetration of the representatives of the sort *Corythucha* on new territory, including Europe and Asia.

Петров А.В. БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *SCOLYTUS SULCIFRONS* REY В НАСАЖДЕНИЯХ МОСКВЫ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Дана характеристика распространения заболонника *Scolytus sulcifrons* Rey на территории Московской области. Проведены наблюдения за фенологией и экологическими показателями заболонника в годы с климатическими отклонениями.

Petrov A.V. BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL PARTICULARITY *SCOLYTUS SULCIFRONS* REY IN PLANTINGS OF THE MOSCOW AND MOSCOW AREA.

The article characterizes the distribution of *Scolytus sulcifrons* around the Moscow region. It also provides phenology and environmental data on the elm bark beetles observed during the years of climatic change.

Маслов А.Д., Матусевич Л.С. РОЛЬ КЛЕЩЕЙ (ACARI) В ПОПУЛЯЦИОННОЙ ДИНАМИКЕ КОРОЕДОВ (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE).

Короедам *Scolytidae* сопутствуют многие виды клещей, относящиеся к разнообразным семействам. Они обитают повсеместно, в том числе под корой усохших деревьев. Ряд видов клещей уничтожает яйца короедов, другие – хищники нематод, снижающих продуктивность короедов, или распростра-

нителю спор хищных грибов. Рассмотрено влияние хищных клещей на потомство короюда типографа. Сделан вывод о том, что они частично снижают у него напряженность внутривидовой конкуренции, что не позволяет рассматривать клещей в качестве решающего фактора динамики численности вредителя.

Maslov A.D., Matusevich L.S. ROLE OF TICKS (ACARI) IN DYNAMIC POPULATION OF BARK BEETLES (COLEOPTERA, SCOLYTIDAE).

Bark beetles *Scolytidae* are accompanied by many kinds of ticks of various families. They inhabit everywhere, particularly under bark of dried trees. Some kinds of tick exterminate ovum of bark beetles, others are predators of hook-worms, lowering production of bark beetles, or spreaders of predatory fungus spores. The influence of predatory ticks over posterity of bark beetles *typograph* is seen. It concludes they partially lower its tension in intraspecific competition, that does not allow to see ticks as determinative in growth of number of pests.

Белов Д.А. ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСА ГАЛЛООБРАЗУЮЩИХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ В ГОРОДСКИХ НАСАЖДЕНИЯХ МОСКВЫ.

Рассмотрен систематический состав комплекса членистоногих галлообразователей городских насаждений Москвы, комплексы галлообразователей отдельных видов древесных и кустарниковых растений, пищевая специализация (виды моно-, олиго- и полифаги); приуроченность комплексов галлообразователей к отдельным типам городских насаждений; локализация повреждений галлообразователями на органах растений, а также уровень поврежденности крон растений и плотность галлов отдельных видов на листовых пластинах.

Belov D.A. PECULIARITIES OF GALL ARTHROPODA IN URBAN PLANTATIONS OF MOSCOW.

It describes systematic composition of arthropoda gall generation in Moscow urban plantations, adapted to individual species of trees, food specialization, spread in various types of urban plantations and on different parts of plants and rate of damage and density of individual galls on leaves.

Юркина Е.В., Пестов С.В. БИОЦЕНОТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ДВУКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ В ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ РЕСПУБЛИКИ КОМИ.

Выявленная фауна двукрылых сосновых лесов Республики Коми включает 46 видов, относящихся к 15 семействам. Приводятся новые для лесных биогеоценозов Республики Коми виды и семейства двукрылых. Наибольшее видовое разнообразие и численность имеют широко распространенное в данном районе семейства Syrphidae, Cecidomyidae и в меньшей степени Asilidae. Прослежено распределение видов двукрылых насекомых в сосновых лесах, их встречаемость и распределение по трофическим группам.

Yurkina E.V., Pestov S.V. BIOCENOSIS OF DIPTEROUS INSECTS IN TAIGA ECOSYSTEMS OF KOMI REPUBLIC.

Discovered fauna of dipterous in pine forests of Komi Republic contains 46 species of 15 families. Dipterous new species and families for forest biocenosis of Komi Republic are viewed. The largest diversity in species and number widely spread in the given area are Syrphidae, Cecidomyidae, but Asilidae in a lesser degree. Dipterous insects are traced in pine forests and they are encountered and distributed in trophic groups.

Белова Н.К., Белов Д.А. ЛОКАЛЬНЫЙ ПОДЪЕМ ЧИСЛЕННОСТИ ЯБЛОННОЙ СТЕКЛЯННИЦЫ (*SYNANTHEDON MYOPAEFORMIS* BORKHAUSEN) В УСЛОВИЯХ МОСКВЫ.

Приведены сведения о локальном подъеме численности яблонной стеклянницы (*Synanthedon myopaeformis* Borkhausen) в городских условиях и ее биологических особенностях.

Belova N.K., Belov D.A. LOCAL INCREASE OF *SYNANTHEDON MYOPAEFORMIS* BORKHAUSEN IN MOSCOW.

It informs about local increase of *Synanthedon myopaeformis* Borkhausen in urban settings and its biological peculiarities.

Неволина Н.Б., Рыжов К.Б. ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ-КСИЛОБИОНТЫ ГОРНОГО КРЫМА.

Приводятся данные о видовом составе, распространении и встречаемости жесткокрылых-ксилобионтов Горного Крыма. За период исследований на сосне крымской было обнаружено 79 видов жуков, которые принадлежат к 15 семействам. Проанализирован комплекс жесткокрылых-ксилобионтов, обитателей древесины сосны крымской на разных стадиях ее разрушения. Выделено 37 видов жесткокрылых-ксилобионтов – индикаторов этих стадий.

Nevolina N.B., Ryzhov K.B. COLEOPTERA - XYLOBIONT OF CRIMEA.

Generic composition, spread and encountering of coleoptera – xylobiont of the mountainous Crimea are presented. The exploration discovered 79 species of bugs of 15 families. The system of coleopteran-xylobiont, inhabitants of Crimean pines with destruction at different stages are analysed. Thirty seven species of coleoptera-xylobiont, as indicators of these stages are highlighted.

Баранчиков Ю.Н. ВЛИЯНИЕ ЛИСТВЕННИЧНОЙ ПОЧКОВОЙ ГАЛЛИЦЫ (*DASINEURA ROZHKOVI*) НА КАЧЕСТВО КОРМА ХВОЕГРЫЗУЩИХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ.

В настоящей работе проведено экспериментальное сравнение эколого-физиологических показателей питания гусениц распространенного филлофага лиственницы – непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera, Lymantriidae) – при их выкармливании на хвое здоровых и сильно зараженных галлицей деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.).

Baranchikov U.N. LARCH INFESTATION BY THE BUD GALL MIDGE *DASINEURA ROZHKOVI* MAM. ET NIK. (DIPTERA, CECIDOMYIIDAE) IMPROVES THE FOOD QUALITY FOR THE LEAVE CHEWING LEPIDOPTERANS.

The third instar larvae of the gypsy moth (*Lymantria dispar* L.) grew significantly faster feeding on needles from larches (*Larix sibirica* Ledeb.), infested by galls of the larch bud gall midge as compared to the needles of the healthy trees. Larvae more effectively utilized an energy from digested needles of infested trees presumably because of its' low concentration of resin oils. Some cases were reported when gall midge infested trees were selectively defoliated by forest lepidopterans.

Соколова Э.С., Гордиенко П.В., Титова В.В. НИЗИННОЕ ШЮТТЕ ЕЛИ [*LOPHODERMIIUM PICEAE* (FUCKEL) V. НЦНН. (= *L. ABIETIS ROSTR.*)].

На основе литературных и собственных данных приводятся характеристики симптомов и микроскопических признаков гриба. Дан анализ некоторых признаков низинного шютте в сравнении с обыкновенным и показаны их различия. Это позволит избежать ошибок при диагностике болезней и планировании защитных мероприятий в питомниках и культурах.

Sokolova E.S., Gordienko P.V., Titova V.V. FIR NISIN SHUTTER [*LOPHODERMIIUM PICEAE* (FUCKEL) V.НОНН.(= *L. ABIETIS ROSTR.*)].

Features of symptoms and microscopic traces of fungus are described on the base of published and own data. Indications of nisin shutter is analyzed and compared with ordinary one and their differences are shown. It will allow avoiding errors in diagnostics of these diseases and planning protection actions in nurseries and cultures.

Токарева Т.Г. КОРНЕВЫЕ ГНИЛИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОСЛАБЛЕНИЕ КУЛЬТУР СОСНЫ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ.

Приводятся данные о развитии и распространении очагов корневых гнилей в сосновых лесах Волгоградской области за период с 1999 по 2004 гг. Описаны особенности формирования очагов корневых гнилей, их распространение, вредоносность. Уточнены признаки поражения корней сосны корневой губкой и опенком осенним в условиях засушливой степи.

Tokareva T.G. ROOT ROT AND ITS EFFECT ON WEAK PINE CULTURES IN ARID ZONE.

Details about development and spread of hotbeds of root rot in pine forests of Volgograd region during the period of 1999 to 2004 are presented. The article describes peculiarities of formation of hotbeds for root rot, their spread and harmful actions. Indications of striking pine roots with root sponge and autumn fungus in an arid steppe are clarified.

Галкин Ю.С., Шалаев В.С., Кравченко А.Н. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.

В данной работе подобрана и проанализирована информация о некоторых аспектах состояния сферы космического ДЗЗ и тенденций его развития в мире. Предполагается, что представленная информация может способствовать выбору ориентиров деятельности в сфере ДЗЗ и прогнозировать степень достижения поставленных целей.

Galkin U.S., Shawl V.S., Kravchenko A.N. THE MODERN CONDITION AND TRENDS OF THE DEVELOPMENT TECHNOLOGY AND TECHNOLOGY OF THE REMOTE FLEXING THE LAND.

In given work is selected and analysed information on some aspect of the condition of the sphere cosmic RFL and trend of its development in the world. It Is Expected that presented information can promote the choice a landmark to activity in sphere RFL and forecast the degree of the achievement puted integer.

Рунова Е.М., Савченкова В.А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ КРУПНОМАСШТАБНОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ПРИ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИИ МЕСТ РУБОК.

Рассматривается эффективность аэрофотосъемки при освидетельствовании мест рубок.

Runova E.M., Savchenkova V.A. EFFICIENCY OF APPLICATION OF MATERIALS OF LARGE-SCALE AIR PHOTOGRAPHY AT SURVEY OF PLACES OF CATINS.

Efficiency of air photography is considered at survey of places of catins.

Голосова М.А. БИОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МУРАВЕЙНИКОВ.

Состояние муравейников является надёжным биоиндикационным показателем состояния лесных насаждений. Приведены признаки деградации муравейников и доказана их связь с нарушением среды обитания в зонах усиленной рекреационной нагрузки при разных степенях изреженности древостоя и резких изменениях важнейших для муравьев экологических параметров.

Golosova M.A. BIO INDICATION OF FOREST ECOSYSTEM AS PER INDICATORS OF ECOLOGICAL PARAMETERS OF ANT HILLS.

Conditions of ant hills are sound bio indicators of conditions of forest stands. Degradation of ant hills is seen and its connection is proved with broken state of their natural habitat in areas of big recreational load, level of space thinning and dramatic changing of ecological parameters that are important for ants.

Мартынюк А.А. СТРОЕНИЕ ФИТОМАССЫ КРОН И ЕЕ ВЕРТИКАЛЬНО-ФРАКЦИОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В ДРЕВОСТОЯХ СОСНЫ, ПОДВЕРЖЕННЫХ АЭРОТЕХНОГЕННОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ.

Приводятся запасы, закономерности фракционного состава фитомассы кроны древостоев и деревьев сосны в условиях аэротехногенного загрязнения. Показаны особенности вертикально-фракционного распределения фитомассы кроны у деревьев разной степени ослабления промышленными выбросами.

Martyniuk A.A. STRUCTURE OF PHYTOMASS OF TREE CROWN AND ITS VERTICAL-FRACTIONAL DISTRIBUTION IN PINE STANDS, INFLUENCED BY AEROTECHNOGENIC POLLUTION.

In the article regularity of phytomass fractional composition of tree stands crown and pine trees under aerotechnogenic pollution is described. Distinctive features of vertical-fractional distribution of trees crown phytomass damaged by industrial emissions are shown.

Тарханов С.Н., Надеин А.Ф. АДАПТАЦИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ СФЕРЫ ЕЛИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ МЕСТООБИТАНИЯ.

При длительном химическом загрязнении почвы, при воздействии минерализованных подземных вод и в сочетании с экстремальными климатическими условиями ель реагирует на стресс преимуще-

ществленным развитием стратегии устойчивости на основе выработки защитных механизмов, связанных с изменением в метаболизме.

Tarkhanov S.N., Nadein A.F. FIR VEGETABLE SPHERE ADAPTATION IN EXTREME LOCATION CONDITIONS.

Under long chemical contamination of ground, at influence mineralize underground water and in combination with extreme climatic conditions fir respond to stress primary development to stability strategies on base of the production of the defense mechanisms, in accordance with change to metabolism.

Федотов Г.Н. СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ КОЛЛОИДОВ.

Почвенные гели определяют существование почвенной структуры, поэтому разработка способов получения искусственных гелей из дешевых природных материалов, не разлагаемых почвенной биотой, может оказаться весьма эффективным приемом улучшения свойств почв. Знание наноструктурной организации почвенных гелей позволяет целенаправленно разрабатывать способы их получения.

Fedotov G.N. STRUCTURAL ORGANIZATION OF SOIL COLLOIDS.

Soil gels determine existence of soil structure, i.e. aggregation of soil particles, therefore elaboration of ways to obtain artificial gels from cheap natural materials, which are not decomposed by soil biota, can be quite effective method to improve soil properties. Knowing nanostructural formation of soil gels, methods how to obtain them can be worked out.

Терехова Н.В., Федотов Г.Н. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕЖДУ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ И ПОЧВОЙ ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТОЯНИЯ МОЛОДЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ.

Разработан способ определения величины активной корневой системы растений, основанный на измерении электрического сопротивления между корневой системой и почвой. Было предположено, что у растений с большей листовой массой, у которых высокая транспирация, площадь активной корневой системы должна быть больше, а ее электрическое сопротивление меньше. Установлена взаимосвязь облиственности растения и электрического сопротивления между почвой и растением.

Terekhova N.V., Fedotov G.N. APPLICATION OF ELECTRIC RESISTANCE BETWEEN ROOT SYSTEM AND SOIL TO DESCRIBE CONDITIONS OF YOUNG WOOD PLANTS.

The way how to assess values of active root system of plants was elaborated by measuring electric resistance between root system and soil. Plants with great foliage are supposed to have a bigger area of the root system because of high transpiration and its electric resistance is lesser. Interaction of plant leafage and electric resistance between soil and plant is established.

Жунусов Н.С., Аюпов Ф.Г., Авазов А.А. ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК.

Были проведены сравнительные фенологические наблюдения в лесах рекреационного и не-рекреационного назначения.

Zhunusov N.S., Ajupov F.G., Avasov A.A. CHANGE OF THE SOIL COVER UNDER INFLUENCE OF ANTHROPOGENOUS LOADINGS.

Comparative phenological supervision in woods of recreational and not recreational purpose have been lead.

Рунова Е.М., Чжан С.А., Пузанова О.А. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ НА ПОЧВУ В РАЙОНЕ ГОРОДА БРАТСКА.

Исследовано состояние почвы в условиях антропогенного загрязнения лесов.

Runova E.M., Chzhan S.A., Puzanova O.A. INFLUENCE OF POLLUTING SUBSTANCES ON GROUND IN AREA OF CITY OF BRATSK.

The condition of ground in conditions of anthropogenous pollution of woods is investigated.

Жидков А.Н. НАКОПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ЭПИФИТНЫМИ И ЭПИГЕЙНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ.

Ухудшение экологической ситуации на планете заставляет искать и разрабатывать методы индикации загрязнения среды и состояния биоты, проводить обоснования допустимого техногенного воздействия человека на природные экосистемы, в том числе на леса. Статья посвящена особенностям накопления техногенных веществ эпифитными лишайниками в лесных экосистемах.

Zhidkov A.N. ACCUMULATION CONTAMINANTS OF EPIPHYTIC AND EPIGEAL LICHENS IN PINE BIOGEOCENOSIS IN INDUSTRIAL ABUSE OF ENVIRONMENT.

Deterioration of an ecological situation on a planet forces to search and develop methods of indication of pollution of environment and a condition biota, to conduct searches of biospheres specifications allowable anthropogenous influences of the person on forest. The article is devoted to features of accumulation contaminants by epiphytic lichens in forest ecosystems.

Голубев А.В. ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА «ЛЕС-НАСЕКОМОЕ» (ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ).

Рассматривается понятие экспертной системы лес-насекомое. Показано, что она включает базу знаний и компьютерные программы. Основу экспертной системы составляют разного рода модели, построенные определенным образом. Может использоваться для обучения студентов, тренировки руководящих работников и ведущих специалистов.

Golubev A.V. FOREST-INSECT EXPERT SYSTEM.

It describes the notion of forest-insect expert system. It shows data base and computer programs as part of the system. The expert system comprises different types of models built by a certain way. The system is designed for students, managing personnel and lead experts.

Аксенов А.С., Курилина М.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ КРУПНОГО ГОРОДА.

Для оптимизации сети мониторинга состояния городских насаждений проведена обработка данных 114 пробных площадей. В качестве наиболее достоверного показателя выбран индекс состояния насаждений. Для получения информации необходимо равное количество пробных площадей для каждой исследуемой породы и экологических категорий насаждений в пределах разных частей территории города и административных округов.

Aksenov A.S., Kurilina V.V. INFORMATION MONITORING CONDITIONS OF PLANTATIONS IN LARGE CITY.

Data on 114 trial areas are processed to optimize monitoring of city plantations. Plantation conditions index is chosen as more reliable indicator. Equal number of areas is needed for each species under investigation and ecological categories of plantations in different parts of city and administrative districts to obtain information.

Латанов А.А. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ Г. ОДИНЦОВО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

По результатам обследования придорожных насаждений города Одинцово Московской области, выполненных в 2004–2007 гг. согласно программе организации мониторинга озелененных территорий, приведена оценка состояния преобладающих древесных пород. Выявлены основные виды поврежденных городских посадок созданных крупномерными саженцами.

Latanov A.A. MONITORING PLANTATION CONDITIONS IN ODINTSOVO, TOWN OF MOSCOW REGION.

Conditions of predominant wood species are assessed on results of inspection of roadside plantation made in 2004–2007 according to the program of monitoring plant trees and gardens. The inspection discovers major types of damages in urban plantation caused by large size saplings.

Гусев А.Ю., Липаткин В.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ОКРЕСТНОСТЯХ СУДОГОДСКОГО ВОДОЗАБОРА ПОДЗЕМНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД.

В ходе организации комплексного мониторинга за состоянием экологической обстановки в районе Судогодского водозабора подземных грунтовых вод (ПГВ) был выполнен ряд работ по обследованию древесной растительности. В результате анализ полученных данных позволяет сделать выводы об экологической обстановке в районе исследований. Полученные данные о состоянии древостоев могут служить основой для проведения регулярных наблюдений с целью выявления возможных отклонений в состоянии биологических систем в окрестностях Судогодского водозабора ПГВ.

Gusev A.U., Lipatkin V.A. THE RESULTS OF ESTIMATION OF TREE VEGETATION CONDITIONS OF THE GROUND WATER INTAKE IN SUDOGDA REGION.

Several tree vegetation studies have been carried out while monitoring the environmental state of the ground water intake in Sudogda region. The results of the studies have been analyzed which allowed us to draw conclusions on the environmental situation in the area explored. The data received can provide the groundwork required for regular monitoring sessions aiming to reveal bio-system variations in ground water intake in Sudogda region.

Крылов А.М., Налдеев Д.Ф. ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЭКСПЕДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС.

Программа лесопатологического мониторинга экспедиционными методами подразумевает сбор большого объема разносторонней информации о состоянии лесов. Основными его этапами являются: авиатаксация насаждений, наземная маршрутная таксация, закладка пробных площадей, учет численности вредителей леса.

Krylov A.M., Naldeev D.F. THE ORGANIZATION WOOD-PATHOLOGICAL MONITORING BY EXPEDITIONARY METHODS WITH USING GIS.

The Program wood-pathological monitoring by expeditionary methods implies the collection of the big volume to many-sided information on condition wood. The Main its stage are: aviavaluation plantings, overland route valuation, bookmark of the test areas, account to number of the vermins wood.

Панова Л.В., Успенский К.В. СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПАНИНСКОГО РАЙОНА ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.

Рассмотрено состояние насаждений Панинского района области по отдельным видам древесных растений и в разных категориях насаждений – в лесных полосах разного назначения, в поселках городского типа и в селах. Дана их характеристика и оценка. Сделан вывод о значимом влиянии на состояние насаждений их возраста.

Panova L.V., Uspensky K.V. CONDITIONS OF PLANT TREES AND GARDENS IN PANIN DISTRICT, VORONEZH REGION.

Conditions of plant trees and gardens in Panin district are viewed judging by separate wood species and different categories of plantations (in forest shelter belts), in urban-type communities and villages. They are described and assessed. It concludes that their age greatly influences on conditions of plant trees and gardens.

Родин А.Р., Родин С.А. СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЛАНТАЦИЙ.

В статье приведены материалы, обосновывающие создание лесных энергетических плантаций из лиственных пород.

Rodin A.R., Rodin S.A. ESTABLISHMENT OF FOREST ENERGY PLANTATIONS.

The article gives grounds for establishment of forest energy hardwood plantations.

Агеев А.Б. ОСОБЕННОСТИ УСКОРЕННОГО ВЫРАЩИВАНИЯ САЖЕНЦЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ.

Рассмотрены особенности подготовки семян кедра к посеву, вопросы создания лесосеменной базы, комплекс агротехнических приемов для ускоренного выращивания качественных саженцев кедра с закрытой корневой системой, с учетом биологических особенностей вида.

Ageev A.B. FEATURES OF SPEEDED UP GROWING OF QUALITATIVE SIBERIAN STONE PINE SAPPLINGS WITH CLOSED ROOT SYSTEM.

The view points in the article consist of the features of preparation cedar seeds to sowing, the problem of formation of forest seed base and complex of agro technical methods for speeded up growing of qualitative cedar saplings with closed root system-taking into account biological features of the species.

Дроздов Ю.И. СОСНА СКРУЧЕННАЯ (*PINUS CONTORTA*) НА ОПЫТНЫХ ОБЪЕКТАХ МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ЛЕСА.

Представлены результаты исследования 10 и 17-летних культур интродуцируемого вида – сосна скрученная на опытных объектах Московского государственного университета леса в Щелковском и Солнечногорском лесхозах. Дано положительное заключение о возможностях интродукции вида в лесные насаждения.

Drozhdov Y.I. LONGEPOLE PINE (*PINUS CONTORTA*) ON PILOT UNITS OF THE MOSKOW STATE FOREST UNIVERSITY.

Research results of 10 and 17-year-old alien crops – longepole pine in pilot woodlands of Shchelkovo and Solnechnogorsk MSFU are represented. Positive conclusion about the ability of introduction of longepole pine into tree stands is given.

Гусева Н.Ю. ИНТРОДУКЦИЯ ЛЖЕТСУГИ МЕНЗИСА В СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЕ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ.

Одной из важнейших проблем лесного хозяйства России является воспроизводство в кратчайшие сроки лесных ресурсов хозяйственно ценными породами и повышение их продуктивности. Одним из путей решения этой проблемы является интродукция хозяйственно ценных лесообразователей, введение в лесные культуры экзотов.

Guseva N.U. INTRODUCTION OF PSEUDOTSUGA MENZIESII IN THE NORTHERN SUBAREA OF MIXED FORESTS.

Reproduction of forest resources in short terms using valuable species and increasing of their productivity is one of the main problems of forestry in Russia. One of the solutions of this problem is introduction of valuable forest-forming species and implementation of exotic species in forest plantations.

Ловков А.М. СОСНА ОБЫКНОВЕННАЯ В КУЛЬТУРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО РЕГИОНА РОССИИ В ЗОНАХ СМЕШАННЫХ И ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ НА ПРИМЕРЕ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ.

Приводятся данные учета лесного фонда Калужской области. Даются социально-экономическое и научное обоснования необходимости исследований в области искусственно созданных культур сосны обыкновенной в зоне смешанных лесов.

Lovkov A.M. PINUS SYLVESTRIS IN A MIXED AND BROADLEAVED WOODLAND AREAS OF CENTRAL REGION OF RUSSIAN FEDERATION IN TERMS OF KALUGA REGION.

The data of Kaluga region forest resources recording is presented. Social-economic and scientific evaluation of exploration necessity of Scotch pine artificially cultivated in mixed wood areas are displayed.

Запорожец А.И. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИЛ И СРЕДСТВ, УЧАСТВУЮЩИХ В ЛИКВИДАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ.

Рассмотрен состав сил и средств, участвующих в ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных лесными пожарами и наносящих большой экологический ущерб. Определен приоритетный номенклатурный состав аварийно-спасательных средств. На основе критерия «эффективность–затраты–время» рассмотрен существующий порядок взаимодействия и определены рекомендации по его улучшению.

Zaporozhec A.I. INTERACTION OF FORCES AND THE MEANS PARTICIPATING IN LIQUIDATION OF FOREST FIRES.

The structure of forces and the means participating in liquidation of extreme situations, caused by forest fires and causing the big ecological damage is considered. The priority nomenclature structure of rescue means is certain. On the basis of criterion «efficiency–expense–time» the existing order of interaction is considered and recommendations on its improvement are certain.

Запорожец А.И. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБОСНОВАНИЮ СИСТЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ ТУШЕНИИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ.

Разработанные методы предназначаются для подготовки и реализации управленческих задач системы взаимодействия сил и средств, в том числе и при тушении лесных пожаров и вызываемых ими чрезвычайных лесопожарных ситуаций, экологических бедствиях и т.п.

Zaporozhec A.I. METHODOICAL RECOMMENDATIONS ON THE SUBSTANTIATION OF SYSTEM OF INTERACTION AT SUPPRESSION OF FOREST FIRES.

The developed methods intend for preparation and realization of administrative problems of system of interaction of forces and means, including at suppression of forest fires and caused by them extreme wood-fire situations, ecological disasters, etc.