

УДК 630.187

DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-65-81

ЛЕСНАЯ ТИПОЛОГИЯ И БОТАНИКА. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Е.С. Мигунова

Украинский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации им. Г.Н. Высоцкого, Украина, 61024, Харьков, ул. Пушкинская, д. 86

migunova-e-s@yandex.ua

Кратко охарактеризованы принципы, методы и результаты исследований созданного Г.Ф. Морозовым учения о типах насаждений, получившего позднее название лесной типологии. Его основу составляет сопряженное изучение лесных сообществ и их среды — климата и почвогрунтов как лесных экосистем. Показаны перспективы такого сопряженного изучения. Выявлена особая роль лимитированных ресурсов среды — тепла, влаги и пищи, повсеместно определяющих состав и продуктивность растительности и позволяющих прогнозировать эти их характеристики. Данные факторы формируют в единстве уровень плодородия среды, определяя биоразнообразие разных природных объектов.

Ключевые слова: лесная типология, экология, экосистема, среда, фитоиндикация, лимитированные ресурсы среды, биоразнообразие

Ссылка для цитирования: Мигунова Е.С. Лесная типология и ботаника. Экологическая оценка факторов природной среды // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 4. С. 65–81.

DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-65-81

Одним из крупных достижений естественных наук последнего времени является обоснование экосистемного строения природы, наличия жесткой связи живой и неорганической ее составляющих, формирующих единства, получившие название *экосистем*. Общеизвестным основоположником учения об экосистемах считается английский геоботаник А. Тэнсли [1]. Однако к пониманию этого единства отечественные лесоводы пришли значительно раньше, в связи с тем, что их объект — лес — вследствие многолетнего, а нередко многовекового роста, очень ярко демонстрирует свою тесную взаимосвязь со средой. Именно поэтому лесоводы издавна оценивают насаждения и почвы, на которых они произрастают, одним классом бонитета. Другой причиной было осуществленное лесоводами обобщение народных природоведческих знаний. В процессе этого обобщения было выявлено, что в отличие от официальной науки, в народной среде сформировался взгляд на природу в единстве всех ее составляющих.

Учения о типах насаждений

Лесоводы сразу оценили перспективность такого подхода и в начале XX в. их глава Г.Ф. Морозов сформулировал основные положения учения о типах насаждений как единстве леса и его среды, прежде всего почвогрунтов [2]. «Необходим синтез. Необходимо уметь сразу смотреть и на лес, и на занятую им среду; такое обобщение давно уже живет в вековой мудрости народа, крылатыми словами отметившего совокупность и территории, и ее лесного населения, степень их соответствия друг другу, в таких терминах,

как рамень, сурамень, суборь, согда и т. д.» [3]. Морозов предложил также классификацию типов насаждений на базе генетических типов почв: дубравы на серых, темно-серых лесных почвах, солонцах и др. [4], но они не всегда сопрягались друг с другом. К разработке классификации типов насаждений подключился также А.А. Крюденер.

Созданное российскими лесоводами — Г.Ф. Морозовым и его соратником, крупным деятелем лесохозяйственного производства России А.А. Крюденером по материалам широкого обобщения народных природоведческих знаний учение о типах насаждений, названное позднее *лесной типологией*, представляет собой крупное исследование экологической взаимосвязи лесов с абиотической средой. Основной принцип этих исследований — признание единства природы и жесткой обусловленности лесов средой. «Лес находится под влиянием климата и под властью земли» [3]. А далее выявление конкретных данных, характеризующих эту обусловленность. Отметим, что основоположники учения никогда не замыкались на лесе как таковом. Об этом свидетельствует данное А.А. Крюденером определение основного таксона лесной типологии — типа насаждения как *единства климата, почвогрунта и растительного сообщества* [5].

Это положение представляет собой первое в истории мировой науки определение нового понятия — *экосистема*, данного на 20 лет ранее А. Тэнсли. Кстати, Тэнсли не определил этот таксон. Он только сформулировал общеизвестное, но ранее не высказывавшееся никем положение о том, что живое не может существовать без среды. Крюденер же назвал три главные составляющие

экосистемы — климат, почвогрунт (почва и горная порода, из которой она образовалась) и растительность. При этом он сразу выделил ведущую роль растительности в образовании экосистем. Он не указал «единство климата, почвогрунта и растительности», но указал «и растительного сообщества», подчеркивая этим, что экосистему формируют и определяют ее границы *растительные сообщества*, понимаемые как первичные ячейки растительности, характеризующиеся, как известно, большим разнообразием.

Создавая классификацию типов насаждений, Крюденер, следуя народному опыту разделения разных участков леса, положил в ее основу *плодородие земель*, разместив насаждения в таблице по *нарастанию увлажнения почвогрунтов*, которое он оценивал по положению в рельефе и видовому составу напочвенного покрова (15 групп) и *их богатства пиццей*, связывая его с утяжелением их механического состава (7 групп). При этом, признавая полную обусловленность растительности средой, Крюденер подразделил почвогрунты на типы не по присущим им самим свойствам, как это общепринято, а по изменению состава и продуктивности (типа) насаждений на них, определяемых пределами толерантности к тем или иным свойствам почв входящих в их состав видов растений. Этот прием *позволил объединить среду и приуроченный к ней древостой в один тип, дать им единый объем*, отражающий экосистемную сущность их взаимосвязей. Крюденер отмечал, что в народе не говорят сосновый, еловый лес. Сосновые насаждения на относительно сухих песках называют бором, в заболоченных низинах — мшарой, ельники на суглинистых равнинах — раменью, на переувлажненных низинах — согрой. Впервые классификация была опубликована Крюденером в 1914 г. в «Лесном журнале» (№ 5), затем, в 1916 г., в монографии «Основы классификации типов насаждений» [5].

Единая сопряженная классификация разных природных объектов

Это совершенно новый принцип классификации — *единая сопряженная классификация разных природных объектов* — почвогрунтов и приуроченных к ним лесных насаждений. Для типов почвогрунтов и лесов на них ученый сохранил народные названия (боры, субори, рамени, согры и др.), которыми широко пользовались типологи «морозовского периода». Но в его классификации эти типы размещены в системе по нарастанию богатства и увлажнения субстрата. Так появился координатный принцип оценки качества почвогрунтов по двум главным составляющим

их плодородия — обеспеченности элементами питания и влагой, ставший основной характеристикой местообитаний во всех последующих классификационных построениях лесных типов морозовской школы.

Выделение ведущих признаков почвогрунтов — обеспеченности пищей и уровнем увлажнения, положенных в основу классификации, и принцип ее построения — система координат — позволили привести в строгую систему все разнообразие насаждений лесной зоны — от чисто сосновых древостоев на бедных песчаных землях (боры) до раменей и дубрав — на богатых суглинках. При этом общее количество типов насаждений оказалось относительно небольшим, значительно меньшим, чем количество выделяемых географами фаций, ботаниками — ассоциаций и почвоведом — видов почв.

Классификацию начали использовать при лесоустройстве. Крюденер был немецкого происхождения, имел титул барона и высший в России гражданский чин действительного тайного советника, поэтому в 1918 г. он был вынужден эмигрировать в Германию. В связи с этим в СССР его труды, в том числе лесотипологическая классификация, были изъяты из употребления и преданы забвению. При широкомасштабных работах по инвентаризации лесов и лесоустройству, начавшихся в середине 1920-х гг., ориентировались на ботаническую, точнее, фитоценологическую классификацию В.Н. Сукачева (в частности, сосняки белошники, ельники черничники и др.), не опирающуюся на почвогрунты, как классификации Морозова и Крюденера. На ее основе впоследствии в отличие от изначально сугубо *экологического* сформировалось *фитоценологическое* направление лесной типологии Морозова — Крюденера.

Благодаря усилиям Г.Н. Высоцкого классификация Крюденера сохранилась в Украине как классификация Е.В. Алексеева, использовавшего разработки Крюденера после переезда из Петербурга в Киев и создавшего на их основе сокращенный вариант его классификации применительно к украинским лесам [6]. Алексеев начал также определение основного таксона типологии по типу леса. Ученик Высоцкого П.С. Погребняк [7], продолжая использовать подход Алексеева, преобразовал центральный фрагмент таблицы Крюденера в компактную классификационную модель в координатах четырех типов богатства (трофности) и шести типов увлажнения земель (табл. 1), получившую название *эдафической сетки* (от лат. edaphos — почва, земля), вскоре ставшую теоретической основой украинской школы лесной типологии. При этом Погребняк объединил кислоперегнойные и наземистые типы

Крюденера, переводя их в категорию вариантов — ацидифильных и кальциефильных. Горизонтальный ряд эдафической сетки получил название трофогенного, вертикальный — гигрогенного. Соответственно, отдельные звенья этих рядов названы *трофотопами* и *гигротопами*.

В связи с тем, что почвоведными-генетиками значение механического состава к тому времени было низведено только до показателя крупности фракций, а оценка по нему плодородия почв считалась ненаучной и устаревшей, Погребняк полностью перешел на определение плодородия **методом фитоиндикации** — по составу и продуктивности всех ярусов насаждений, использованным Крюденером [8].

Метод фитоиндикации весьма объективен. При огромном многообразии высших растений в природе нет двух видов, полностью тождественных по своим экологическим характеристикам [9]. При этом растения дают обобщенную, усредненную оценку экологических режимов, так как и любое сообщество, и отдельный индивид обладают значительной инерцией и отзываются только на продолжительные направленные изменения режимов, а не на их кратковременные и периодические пульсации. Особое значение имеют растения-индикаторы, наличие которых часто весьма невелико. Так, появление в покрове орляка, грушанки, земляники четко отделяет свежие суборы (B_2) от боров. Свежий бор (A_2) отличается от влажного (A_3) наличием чабреца, типчака, сырой (A_4) — появлением андромеды, сфагнома [10]. Это позволяет по составу, структуре и продуктивности естественной растительности оценивать качество и степень однородности среды с такой точностью, какую не могут обеспечить самые детальные обследования и самые совершенные приборы.

Шкала трофности

Шкала трофности эдафической сетки подразделена на четыре типа в зависимости от преобладания в составе всех ярусов растительности видов с разной требовательностью к условиям почвенного питания: **A. Бедные**, при господстве олиготрофов. Из древесных пород практически только сосна обыкновенная, причем даже в благоприятных условиях увлажнения пониженной продуктивности (II–III класс бонитета). Тип леса — **боры**. **B. Относительно бедные**, при значительно лучшем росте сосны (I–Ia класс бонитета) наличие второго яруса мезотрофов (ели — на севере, дуба — на юге). Тип леса — **суборы**. **C. Относительно богатые** в высокопродуктивных насаждениях сосны (Ia–Ib класс бонитета) со вторым ярусом ели и дуба удовлетворительного роста имеется третий ярус мезотрофов (липа,

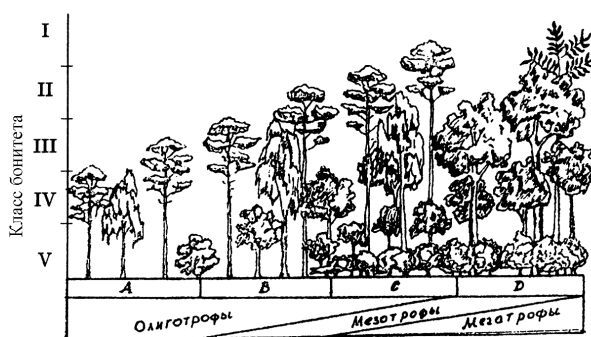
Т а б л и ц а 1

Сопряженная классификационная модель лесов и их местообитаний — эдафическая сетка Крюденера — Погребняка (с дополнениями автора)

The conjugate classification model of forests and their habitats — edaphic grid of Kruedener — Pogrebnyak (with additions of the author)

Типы леса		A Боры	B Суборы	C Сугрудки	D Груды*
Типы местообитаний — эдаптопы		Подтипы богатства — трофотопы			
		Бедные	Относительно бедные	Относительно богатые	Богатые
Подтипы влажности — гигротопы	0. Очень сухие	A_0	B_0	C_0	D_0
	1. Сухие	A_1	B_1	C_1	D_1
	2. Свежие	A_2	B_2	C_2	D_2
	3. Влажные	A_3	B_3	C_3	D_3
	4. Сырые	A_4	B_4	C_4	D_4
	5. Мокрые	A_5	B_5	C_5	D_5

Примечание. * — принят как таксон, объединяющий все леса на богатых землях.



Изменение состава, структуры и бонитета насаждений по мере повышения трофности местообитаний (в условиях достаточной обеспеченности влагой, Погребняк [12])

Changes in the composition, structure, and growth class of stands as habitat nutrient status increases (in conditions of sufficient moisture supply, Pogrebnyak [12])

лещина и др.). Тип леса — **сугруды**. **D. Богатые**, в которых более теневыносливые мезо- и мезотрофы вытесняют светолюбивую сосну и становятся господствующими. Тип леса — **груды (рамени, дубравы и др.)**.

Такое выделение обеспечивает вполне определенное место в классификационной системе смешанным древостоям, образование которых связано с входжением требовательных древесных пород, в зависимости от богатства местообитаний, в разные ярусы насаждений (типы B и C, рисунок).

Т а б л и ц а 2
**Типы богатства (трофности) земель
 эдафической сетки**
 Types of wealth (nutrient status) of the land
 of the edaphic grid

Тип местообитания		Насаждение	Класс бонитета	Напочвенный покров
А. Бедные Боры	Пески	I. Сосна	II–III	Олиготрофы
В. Относительно бедные Субори	Супеси	I. Сосна II. Ель, дуб	I–Ia III–IV	Олиготрофы + мезотрофы
С. Относительно богатые Сугрудки	Пески и супеси, подстилаемые сугликами	I. Сосна II. Ель, дуб III. Липа, лещина	Ia–Ic II–III	Олиго-, мезо- и мегатрофы
Д. Богатые Груды	Суглинки, глины	I. Ель, дуб со спутниками Сосны нет	I–Ia	Только мегатрофы

В фитоценотической классификации выделяются только чистые древостои (сосняки, ельники) без учета среды. Смешанные двухъярусные насаждения понимают как временные, возникающие в процессе смены пород. Так, С.И. Коржинский [11] утверждал, что если под пологом светолюбивой породы поселяется теневыносливая, то она неминуемо вытеснит светолюбивую. В лесной типологии названные особенности роста разных древесных пород, давно известные в народе, приняты в качестве главного критерия при выделении основного классификационного таксона — типа насаждения. Определяющая роль механического состава почвогрунтов при таком разделении проявляется весьма четко (табл. 2). Напомним, что на протяжении XIX в. во многих странах Западной Европы почвы подразделяли на подобные четыре группы богатства — *ржаные* (песчаные), *овсяные* (суглинисто-песчаные), *ячменные* (песчано-суглинистые) и *пшеничные* (суглинистые). Это выделение утратило силу лишь после того, как на пашне начали интенсивно вносить удобрения.

Геоморфология

В зависимости от геоморфологических особенностей (наличия плакоров, террас, пойм), строения рельефа и водно-физических свойств почвогрунтов формируется шесть уровней увлажнения земель — от 0. *Очень сухие* до 4. *Сырые* и 5. *Мокрые*, — обуславливающих прежде всего разную продуктивность насаждений, в покрове — виды от ксерофитов (0) до гигрофитов (5). Земли, различные по богатству и увлажнению

образуют **24 типа местообитаний**, *эдаптона* (A₂. Бедные свежие, D₃. Богатые влажные и др.), плюс их подтипы (бедноватые, влажноватые), варианты (пойменные, кальциефильные, засоленные и др.), характеризующиеся строго определенным уровнем плодородия. К ним приурочены разнообразные **типы насаждений**, по которым исходно выделены типы местообитаний. Их единства представляют **типы леса**.

Типы леса в эдафической сетке представляют собой результат, продукт того или иного сочетания типа богатства (трофотоп) и типа влажности (гигротоп) местообитаний. **К разным типам относят относительно однородные внутри себя участки насаждений, различающиеся либо составом и структурой коренных древостоев (появлением или выпадением древесных пород, обладающих разной требовательностью к условиям среды, их переходом из подчиненных ярусов в верхний полог и наоборот), либо продуктивностью (как правило, на один класс бонитета).**

В принципиальном плане основные типологические таксоны — **тип местообитания** и **тип леса** — четко соответствуют экосистемному уровню дифференциации природы, поскольку ее разделяет высшая растительность, формируя на разных по плодородию участках различные типы сообществ — сухие и свежие боры и дубравы, влажные и сырые пойменные луга, травяные и сфагновые болота, сухие полынники, солончаковые пустоши.

В эдафической сетке учтены все земли, различающиеся по уровню богатства и увлажнения. В разных природных зонах различаются площади этих эдаптов и их положение в рельефе. Так, свежий тип (2) в лесостепи распространен на плато (зональный), в лесной зоне — на южных склонах, в степи — в неглубоких понижениях. На севере отсутствуют сухие и богатые типы, на юге появляются засоленные (E — H) и особо сухие (–1, –2). Мы продолжили трофогенный ряд эдафической сетки, дополнив его четырьмя типами засоленных местообитаний — галотопами (hals — соль) — от E. Загрудовые слабозасоленные до H. Злостно-засоленные, как это уже предлагалось ранее некоторыми авторами. Такая сетка применима не только в лесной, но и в более засушенных зонах [13, 14].

Лесные типологи, вслед за Крюденером, оперируют не почвами и даже не почвогрунтами, а всем комплексом факторов, влияющих на рост насаждений. В расчет принимается приуроченность объектов к тем или иным геоморфологическим элементам, положение в рельефе, степень дренированности территории, уровень и проточность грунтовых вод. Этот комплекс факторов можно определить

Т а б л и ц а 3

Сопряженная классификационная модель типов климата и зональных типов леса Восточно-Европейской равнины (климатическая сетка)

The conjugate classification model of climate types and zonal forest types of the East European Plain (climate grid)

Климат	Зоны, подзоны	А. Относительно мягкий	В. Слабо-континентальный	С. Средне-континентальный
I. Крайне холодный	Лесотундра	Ia	Iв	Ic
II. Очень холодный	Северная тайга	IIa	IIв	IIc
III. Холодный	Средняя тайга	IIIa	IIIв	IIIc
IV. Относительно холодный	Южная тайга	IVa	IVв	IVc
V. Умеренный	Хвойно-широколиственная	Va	Vв	Vc
VI. Относительно умеренный	Широколиственная	VIa	VIв	VIc
VII. Относительно теплый	Лесостепь	VIIa	VIIв	VIIc

понятием «земли». В ботанике ему соответствуют термины «местообитания» и «эдатоны».

Позднее типологами были разработаны климатические сетки: Д.В. Воробьевым [15] — в координатах теплоты и влажности климата, Д.Д. Лавриненко [16] — в координатах теплоты и континентальности. В общепринятой на Украине климатической сетке Д.В. Воробьева в качестве основного таксона выделен **климат зональных эдатов** (местообитаний). Ни зоны тепла, ни зоны влажности не увязаны с зональностью лесов европейской части РФ, для которой составлена сетка (табл. 3).

Создавая новый вариант климатической сетки, мы положили в ее основу главный лесотипологический принцип — сопряженность лесов и их среды, в данном случае лесов и климата. Сетка построена в координатах **теплоты** и **континентальности климата**, как это предлагал П.С. Погребняк, первым выдвинувший идею создания климатической сетки. На вертикальной шкале сетки нанесены основные природные зоны и подзоны Восточно-Европейской равнины, представляющие главное свойство ее растительного покрова — **зональность**, и общая оценка климата этих зон, прежде всего уровень обеспеченности теплом: от I. Очень холодный в лесо-

тундре до VII. Относительно теплый в лесостепи (см. табл. 3).

Горизонтальная шкала климатической сетки отражает подразделение зон и подзон на области, различающиеся степенью континентальности климата. Типологи выделяют эти области по изменению зональных (приуроченных к суглинистым водоразделам) типов леса. **Территория, на которой представлен один зональный тип леса, принята как основной климатический таксон — тип климата (климатон) или климатическая область.** В качестве примера можно привести лесостепь, на западе которой зональные **грабовые дубравы**, к востоку, за Днепром, их сменяют **кленово-липовые**, а за Волгой **липовые дубравы**. За Уралом на смену **дубовой лесостепи** приходит **березовая**. В лесной зоне на западе произрастает ель европейская, в центре преобладает ель сибирская, на востоке появляется примесь западносибирских видов (кедра, пихты). Это служит основанием для выделения трех зональных типов климата (**от А. Относительно мягкий до С. Среднеконтинентальный**), определяемых по изменению зональных типов леса так же, как это принято при выделении типов местообитаний на эдафической сетке.

Климатические области или территории с одним типом климата — таксон, применяемый при разработке разнообразных районирований. На аналогичных по трофности и увлажнению землях в разных климатах произрастают различные по теплолюбию и морозоустойчивости виды, близкие по требовательности к пище и влаге; в частности, на богатых суглинистых землях (эдатоны D₂–D₄) **дубравы** в умеренном свежем климате (лесостепь), **бучины** — в мягком влажном (зона широколиственных лесов), **рамени** (сложные ельники) — во влажном холодном (тайга). На бедных песчаных землях разных зон господствует сосна (эдатоны A₁₋₅, B₁₋₅; боры, субори), что отражает одну из основных закономерностей природы Земли: **ее биоразнообразие расширяется в благоприятных почвенно-климатических условиях и становится минимальным — в экстремальных.**

При отсутствии растительности трофность местообитаний можно достаточно точно оценить по механическому составу и сложению почвогрунтов до глубины 1,0...1,5 м для травянистой растительности, 2...2,5 м — для широколиственных древесных пород и 3...3,5 м — для сосны в южных районах и до грунтовых вод — в северных, а также по степени минерализации грунтовых вод (ГВ), при их близком залегании. Водообеспеченность местообитаний в пределах разных зон обусловлена положением в рельефе. Ее хорошо отражает генетический тип почв, глубина весеннего промачивания, глубина залегания ГВ.

В Украине эти экологические (в единстве местообитаний и насаждений) принципы классификации лесов, получившие название классификации Алексева — Погребняка, широко используются в научных исследованиях и являются *теоретической базой* лесного хозяйства.

На протяжении многих лет мы вели сопряженное изучение лесов и всего комплекса их местообитаний — рельефа, почв, почвообразующих, а при залегании выше 3 м также подстилающих пород и грунтовых вод на огромной территории — от Закарпатья до Якутии и от Архангельска до Ашхабада. В результате обработки собранных материалов (более 1,5 тыс. пробных площадей) установлено, что трофность лесных местообитаний повсеместно определяют **наибольшие в пределах корнедоступного слоя** (для сосны до 3...3,5 м) **общие (валовые) количества** двух важнейших для жизнедеятельности растений элементов — **фосфора и калия**, исключая практически недоступный растениям калий кристаллических решеток полевых шпатов. К сожалению, именно этот калий преобладает на нашей планете. Остальные, в том числе труднодоступные формы этих элементов, извлекаются длительным кипячением в смеси концентрированных серной и хлорной кислот (вытяжка) [17]. Количество азота в почвах обусловлено содержанием фосфора, необходимого для его фиксации из атмосферы [18].

Почвообразующие породы, соответственно, и почвы на них существенно различаются по содержанию этих элементов. В пределах природных зон, сформированных климатом, особенности растительности обусловлены наличием в почвогрунтах элементов питания и влаги: **от разных по составу лесов, степей и лугов из требовательных видов растений на богатых биоэлементами суглинистых почвогрунтах, особенно на лёссах, имеющих нейтральную реакцию, при которой биоэлементы наиболее доступны, а также на минерализованных грунтовых водах, до почти лишенных растительности перевейных кварцевых песков (практически 100 % бесплодного кварца) и верховых сфагновых болот на ультрапресных дождевых водах и зарослей солероса на злостно-засоленных почвах**. Причем последний растет на них как в Присивашье, так и в Якутии.

Когда было установлено, что трофность местообитаний обусловлена содержанием в них элементов минерального питания растений, появилось понимание того, что **лесотипологическая классификационная система базируется на трех глобальных лимитированных экологических (необходимых для жизни) ресурсах — тепле, влаге и пище**. Впервые эти три фактора «элементами жизни растений» назвал Г.Н. Вы-

соцкий [19]. Позднее два «космических» (тепло и свет) и два «земных» (пища и влага) фактора жизни растений выделил В.Р. Вильямс. Из типологов П.С. Погребняк неоднократно отмечал особую роль этих факторов для формирования разных типов леса. Однако ученые не оценивали их как лимитирующие жизнь. Между тем эти факторы представляют важнейшие составляющие плодородия среды и определяют все разнообразие природы нашей планеты. Тепло выступает в качестве ограничителя жизнедеятельности в приполярных областях и на высокогорьях, элементы питания — в тропических лесах, на грунтах легкого механического состава, маломощных и выпаханых землях. На остальной, преобладающей, части суши главным ресурсом, ограничивающим жизнь биоты, является влага.

Сопряженные классификационные модели среды и растительности лесной типологии — **климатическая и эдафическая сетки** (системы) — построены в координатах **только лимитированных ресурсов среды**: климатическая — по нарастанию количества тепла и атмосферных осадков, эдафическая — по увеличению запасов пищи и доступной влаги в почвогрунтах. Все они уже оценены типологами количественно. Сумма положительных средних месячных температур (сумма тепла) в холодном климате — 24...44°, в теплом — 124...144° [15]. В бедных типах местообитаний в пределах корнеобитаемого слоя количество валовых P_2O_5 и K_2O (без калия полевых шпатов) меньше 0,02 и 0,03 %, в богатых типах по всему профилю больше — 0,06 и 0,80 %. Количество доступной влаги в очень сухих типах местообитаний 150...200, во влажных — 400...500 мм [13, 20]. Высказывавшиеся в разные годы предложения включить свет в качестве классификационного параметра так и остались нереализованными, поскольку свет, поступая на Землю в огромном количестве, не лимитирует жизнедеятельность и продуктивность биоты, выступая в качестве ограничителя лишь по отношению к подчиненным ярусам растительного покрова. Засоленность четче всего отражает глубина залегания токсичных количеств хлора ($> 0,03 Cl^1$) и соды ($> 0,01 CO_3$) [21].

Проведенные нами исследования показали также, что координаты эдафической сетки (системы) — водо- и пищеобеспеченность местообитаний — интегрально отражают изменение **состава и строения (рельефа) грунтов, поверхностных отложений**, а также **глубин залегания, режима и минерализации грунтовых вод**, обуславливающих разнообразие **растительности и почв** в пределах однородных по климату территорий или их **внутризональное разнообразие**. Богатство почв биоэлементами зависит от их исходного

содержания в почвообразующих породах, от их химического (минерального) состава и в целом растёт по мере утяжеления их механического состава, а также от минерализации. Различия водообеспеченности почвогрунтов при одинаковом количестве атмосферных осадков внутри зон связаны с перераспределением влаги вследствие особенностей рельефа и механического состава поверхностных отложений, определяющих их водно-физические свойства, в частности водопроницаемость и водоудерживающую способность, а также с глубиной залегания и режимом ГВ. Шкала трофности эдафической сетки отражает утяжеление механического состава поверхностных отложений (А. Боры — пески, В. Субори — глинистые пески и супеси, С. Сугруды — супеси, неглубоко подстилаемые суглинками, D. Груды — суглинки и глины) и повышение минерализации ГВ, приводящее в конечном итоге к засолению почв, шкала гигрогенности — понижение рельефа и приближение к поверхности ГВ. Поэтому данная сетка может называться также *оро-петрографической* (оро — рельеф, петро — горная порода). Установлена очень большая роль широко распространенных внутрипочвенного и внутригрунтового стоков. С ними, в частности, связано формирование лесостепного ландшафта, в котором дубравы приурочены к местам концентрации этих стоков.

Единство климатопа и эдактопа формирует *эктоп*, *тип среды*, в лесах — *тип лесорастительных условий* (ТЛУ), характеризующийся строго определенным содержанием и соотношением лимитированных экологических ресурсов — *тепла, влаги и пищи*. К каждому экотопу приурочен свой биоценоз (растительность, животный мир) и свои почвы, формирующие в единстве *экосистему*; в лесах — *тип леса*. Мы называем эту элементарную ячейку природы *биоэкосистемой* и определяем как *однородный по плодородию (экологически однородный) участок суши или мелководья вместе со сформировавшимся на нем в процессе длительной эволюции биоценозом, строго соответствующим по своим экологическим потребностям определенному уровню его плодородия и потому наиболее полно его использующим, самовосстанавливающимся после уничтожения стихийными и антропогенными факторами*.

Разработано удобное индексирование лесных экосистем, например III_dD₂ — Дкл-лп, т. е. относительно континентальный (III) умеренный (d) климат, богатое (D) свежее (2) местообитание, кленово-липовая дубрава (Дкл-лп) или сокращенно: свежая кленово-липовая дубрава центральной лесостепи Русской равнины.

Поскольку экосистемы, как на это первым указал Крюденер, слагаются из трех основных компонентов — климата, почвогрунтов и рас-

Т а б л и ц а 4

Классификационные таксоны лесных экосистем

Classification taxa of forest ecosystems

Единицы среды	Ведущие факторы	Единицы растительности
Климатоп (тип климата)	Теплота, увлажнение и континентальность климата	Зональный комплекс типов леса (биоценозов)
Эдактоп, геотоп (тип местообитания)	Богатство и водообеспеченность почвогрунта	Массивы типов-аналогов (боров, суборей, грудов) в разных зонах
Эктоп (тип среды, тип лесорастительных условий)	Сочетание климатопа и эдактопа	Тип насаждения, травостоя (коренные биоценозы) Тип древостоя, с.х. культур (производные и искусственные биоценозы)
Тип экосистемы (биоэкосистемы) — Тип леса, луга, степи коренной — эктоп + тип насаждения производной — эктоп + тип древостоя		

тительных сообществ — для их классификации целесообразно выделение таксонов (табл. 4).

Климатоп или **тип климата** — отражает уровень обеспеченности теплом (термотоп+контрастотоп) и объединяет территории, в пределах которых изменение климата существенно не проявляется в характере растительности. Объективным показателем такой однородности является **формирование одного типа леса (степи) на сушинках плакоров**. В соответствии с лесотипологическими принципами — это **территория однородная** (в пределах толерантности высших растений) **по плодородию** в условиях данного климата так же, как **типы местообитаний однородны по плодородию земель**.

Эдактоп, геотоп или тип местообитания, тип земель (трофотоп или галотоп + гигротоп) — отражают разнообразие состава и строения (рельефа) поверхностных отложений, определяющих их различное потенциальное плодородие внутри однородного в климатическом отношении региона, объединяют земли, близкие по трофности-засоленности (богатству биоэлементами, в первую очередь фосфором и калием, или количеству легкорастворимых солей — хлоридов, соды) и водообеспеченности (запасам доступной влаги).

Эктоп, тип среды, или тип условий произрастания, в приложении к лесной растительности ТЛУ представляет сочетание определенного типа климата и определенного типа местообитания (климатоп + эдактоп).

Тип биоценоза — основной таксон живого населения той или иной территории, по которому определяется объем экотопа, типа среды и всей экосистемы. Устанавливается по его главному компоненту — фитоценозу. В лесной типологии нет специального таксона для лесного фитоценоза. За термином «тип леса» прочно утвердилось понимание его как лесной экосистемы. Полагаем, что для ее растительной компоненты может быть восстановлен термин **«тип насаждения»**, широко применявшийся в «морозовский период».

Тип экосистемы (биоэкосистемы), тип леса — сочетание типа биоценоза (типа насаждения) и экотопа. В лесах экотоп — это ТЛУ, а тип насаждения — лесорастительный эффект этих условий.

Типы насаждений сопряжены с определенными типами поверхностных отложений, различающимися прежде всего механическим (гранулометрическим), а следовательно, и минеральным составом. Это — пески (тип А), глинистые пески и супеси (тип В), пески и супеси, подстилаемые суглинками (тип С), суглинки и глины (тип D), распространенные повсеместно в разных зонах, и во всех зонах на них произрастают сходные по трофности виды растений: от олиготрофов на бедных до требовательных мезо- и мегатрофов — на богатых отложениях, различающиеся теплолюбием и морозоустойчивостью. При этом их почвы существенно различаются генетически, что обусловлено преимущественно уровнем увлажнения.

Глобальная климатическая (географическая) сетка с вложенными в нее эдафическими (оро-петрографическими) сетками отдельных регионов, характеризующими их внутризональное разнообразие, представляет собой своеобразную **«периодическую систему» экосистем как элементарных ячеек природы**. Координатами такой эдафоклиматической сетки являются главные **абиотические факторы — климат, поверхностные отложения и грунтовые воды**, их лимитирующие жизнь параметры, зависими переменными — **биотические и биокосные — растительность, животные, почвы**. Одинаковые типы экосистем, как следует из этой классификации, формируются в одном климате на близких по потенциальному плодородию (биологически равноценных) поверхностных отложениях. Такая модель экологически оценивает среду, ее пригодность для жизни, и прежде всего для произрастания растительности.

Так, лесоводами-типологами еще в начале XX в. была установлена очень важная географическая закономерность, а именно: поверхностные отложения суши на Земле разного минерального состава обладают определенным уровнем потен-

циального плодородия, который проявляется в характере приуроченной к ним растительности повсеместно, в разных зонах, нередко перекрывая роль климата.

Пестрота поверхностных отложений не беспорядочна, а представляет собой закономерно повторяющееся на определенной территории чередование то более близких, то более контрастных местоположений и местообитаний, к которым приурочены родственные растительные сообщества — сухие и свежие боры, свежие и влажные луга, сырые и мокрые ольсы (ольшаники) и т. п. Такие комплексы типов, создавая разные по площади массивы сходных сообществ, которые Крюденер называл «семействами» типов — нагорные дубравы, боры на песчаных террасах рек, заливные луга, сфагновые болота — являются наиболее типичными составляющими природы, соответствующими тому, что автор термина «экосистема» А. Тэнсли вкладывал в это понятие, назвав их **«основными единицами природы»**. Полагаем, что определение «сложные экосистемы», в отличие от «элементарных» или просто «экосистем», по отношению к таким компактно расположенным на местности родственными сообществам, обычно достаточно четко отграниченным, в наибольшей степени отвечает сути этого понятия. На наш взгляд, их можно определить как **типы природы**. В этом случае элементарные экосистемы (свежая дубово-сосновая суборь, влажный белоусовый луг) можно квалифицировать как ее **виды**.

Термин «сетка» не соответствует огромному объему сведений, которые в них содержатся. Предположительно для таких серьезных классификационных построений более подходит определение **«сопряженные классификационные модели»**. Вместе эти модели мы называем **«лесотипологической классификационной системой»**.

Разработанный А.А. Крюденером принцип систематизации лесов по нарастанию плодородия их местообитаний, их обеспеченности лимитированными экологическими ресурсами — теплом, влагой и пищей — основополагающий не только для лесной типологии, но в целом для понимания закономерностей взаимосвязей между живой и неорганической природой, поскольку эти ресурсы определяют уровень биоразнообразия, состав, структуру и продуктивность всего живого на нашей планете. Наибольшие продуктивность и видовое разнообразие, с преобладанием самых требовательных видов, наблюдается при оптимальном соотношении этих ресурсов. При недостатке или избытке хотя бы одного из них разнообразие и продуктивность биоты резко снижаются, а с определенного этапа жизнь вообще становится невозможной.

Т а б л и ц а 5

**Совмещенная классификационная система (эдафическая сетка) лугов
Погребняка — Раменского и наиболее характерные виды растений разных типов
(пойма среднего течения р. Северский Донец)**

**Combined classification system (edaphic grid) of the Pogrebnyak — Ramensky meadows and the most characteristic
types of plants of different types (floodplain of the middle course of the Seversky Donets river)**

Гигротопы по Погребняку, типы почв	Трофотопы, по Погребняку				Типы увлажнения по Раменскому и их баллы
	В. Относительно бедные	С. Относительно богатые	Д. Богатые	Е. Слабозасоленные	
2. Свежие Дерновые и дерново-луговые	В ₂ . Кострец безостый, цмин песчаный	С ₂ . Мятлик, лисохвост и овсяница луговые	Д ₂ . Кострец безостый, пырей ползучий, лисохвост луговой, ежа сборная	Е ₂ . Кермек донецкий, типчак, василек луговой	Свежелуговое 53...63
3. Влажные Луговые и черноземовидно-луговые	В ₃ . Типчак, василек песчаный, кострец безостый	С ₃ . Полевица собачья, кострец безостый, клевер луговой	Д ₃ . Мятлик, лисохвост, тимофеевка луговые, клевер луговой	Е ₃ . Кермек донецкий, типчак, девясил иволистный	Влажнолуговое 64...70
4. Сырые Лугово-болотные	В ₄	С ₄ . Тростник обыкновенный, полевица гигантская, ситник Жерара	Д ₄ . Овсяница и мятлик луговые, ежа сборная, осока острая, манник плавающий	Е ₄	Влажносыро-луговое 71...76
Типы и баллы богатства-засоленности по Раменскому					
—	Бедные 4...9	Довольно богатые 10...13	Богатые 14...16	Слабосолончаковые 17...19	—

Весьма примечательно, что практически полностью аналогичные приемы изучения и классификации лугов предложил крупный геоботаник Л.Г. Раменский [9, 22]. Это особенно убедительно выявляется в классификации лугов, опубликованной в его посмертной работе [23], которая очень легко и полно сопрягается с эдафической сеткой Крюденера — Погребняка (табл. 5).

Раменский неуклонно отстаивал и обосновывал ведущую роль среды, экологических факторов в жизни растений. В процессе многолетних исследований, завершившихся экологической характеристикой более 1,5 тыс. видов растений, прежде всего луговых, ученый предложил классификацию лугов в координатах богатства и увлажненности их местообитаний. Уникальность случая, когда представители разных научных направлений пришли к практически полностью тождественным выводам и обобщениям. Близость не только сути, но и судьбы разработок лесных типологов и геоботаника-луговеда объясняется тем, что Раменский и лесоводы-типологи признавали ведущую роль среды в жизни растений и использовали для ее оценки метод фитоиндикации. К сожалению, исключительно перспективные обобщения Л.Г. Раменского, так же, как и принципы и методы экологической школы лесной типологии, до сих пор не получили широкого признания у научной общественности. Однако то, что представителями разных наук — лесоводами

и геоботаником — разработаны практически тождественные принципы классификации экосистем свидетельствует о том, что эти принципы намечают правильный, а возможно и единственный путь решения этой проблемы.

Известно, что наука о растениях — ботаника — является одним из древнейших отделов естествознания. Однако на протяжении более полуторатысячелетней истории ее развития (после первых натуралистов Древней Греции) внимание исследователей концентрировалось на изучении отдельных представителей растительного мира, особенностей их строения, роста и развития, т. е. ограничивалось *«организменным» уровнем*, без связи со средой обитания. При этом в буквальном смысле *за деревьями не видели леса*. Между тем «отец» ботаники Теофраст (III в. до н. э.) утверждал, что главное для растения — *«место»*. От него, по-видимому, возникло «место обитания», трансформировавшееся в последующем в современное *«местообитание»*. В новое время сложившийся стереотип изучения растительности взломал выдающийся немецкий естествоиспытатель *Александр Гумбольдт*. Впервые после античных мыслителей он дал целостную картину мира в его единстве и взаимообусловленности. Ученый выделил различные жизненные формы растений (деревья, кустарники, травы, эфемеры) и описал основные растительные формации Земли (леса, саванны, степи, пустыни), увязав их распространение

с климатом и создав тем самым не только учение о горизонтальной и вертикальной зональности растительности, но и новую научную дисциплину — *ботаническую географию* (1807, 1845).

Геоботаника

Следующим этапом было становление *геоботаники* — науки о связях растительности с землей, прежде всего с почвами. Термин «геоботаника» предложен в середине XIX в. Ф.И. Рупрехтом. Примечательно, что наряду с выполнением большого объема работ по изучению растительности разных регионов России во взаимосвязи с их геологией и многолетним руководством Центральным ботаническим музеем Академии наук, Рупрехт выдвинул гипотезу «растительно-наземного» происхождения черноземов [24] в противовес господствовавшим в тот период морской и болотной гипотезам, а В.В. Докучаев, начиная работы по изучению почв с черноземов, обосновал их гипотезой Рупрехта. Он обобщил эти работы в монографии «Русский чернозем», признанной началом новой науки о почвах — генетического почвоведения. Докучаев при классификации почв использовал также термины Рупрехта — «растительно-наземные», «сухопутно-болотные».

Крупными геоботаниками на рубеже XIX–XX вв. в России были Г.И. Танфильев, А.Н. Краснов, Г.Н. Высоцкий, А.Я. Гордягин, Б.А. Келлер. А.Н. Краснов определил геоботанику как «учение о зависимости между характером ботанических формаций растительного царства и жизнью и историей горных пород, служащих этим формациям почвою», мы бы сказали, «из которых они создают почвы». В результате проведенных исследований было выявлено наличие тесной взаимосвязи между различными видами организмов и между организмами и средой, что послужило основанием воспринимать природу в гармонии формирующих ее компонентов [25].

Развивая свое эволюционное учение, Ч. Дарвин выдвинул в качестве основной движущей силы поступательного развития природы совершенно новый фактор, а именно борьбу за существование между различными видами и разными особями внутри одного вида и выживание в процессе естественного отбора наиболее приспособленных. Одним из первых против этих идей выступил В.В. Докучаев, утверждавший, что в мире господствует не только закон великого Дарвина, но и другой закон — закон любви, содружества и сопомощи [26]. Обращаясь к сформулированным Докучаевым положениям о ведущей роли содружества и взаимопомощи в природе, можно трактовать преобладание в ней сложных, а не чистых сообществ, *не вынужденным приспособлением разных видов друг к другу, а отбором* в процес-

се эволюционного развития *видов, способных к тесному сотрудничеству*, цель которого — максимальное освоение ресурсов среды.

Это — генеральная стратегия всего живого на Земле, стратегия жизни любого сообщества, основа достижения им возможно большей устойчивости как единого целого. Тесную упаковку, определенную скученность растений в сообществах в таком случае можно объяснять не как конкуренцию, а как результат «притирания», пригнанности видов друг к другу. Каждый вид и каждая особь при этом уступают часть своей ниши экологически близким видам в качестве своего рода страховки на случай выпадения каких-то видов и, главное, на случай появления избытка ресурсов (чаще всего влаги после сильных дождей). Этот избыток не мог бы быть потреблен, если бы численность растений в сообществе точно соответствовала средним количествам того или иного ресурса, не имела бы определенного запаса потенциальных возможностей. Каждый индивид в сообществе, таким образом, не использует часть своего потенциала, от чего сообщество в целом выигрывает. На это в начале XX в. обратил внимание И.К. Пачоский, утверждавший, что *«в основе растительного сообщества заложен принцип, имеющий в виду выгоду целого, а не составляющих его элементов»* [27]. Поэтому деревья подчиненных классов роста (III–V классы Крафта) рассматриваются нами не как подавляемые деревьями господствующих классов, а как заполняющие просветы в их пологе. Это позволяет значительно увеличить его общую поверхность, обращенную к свету.

Однако под влиянием идей великого Дарвина, ломавших все прежние представления о развитии жизни на Земле, в биологии произошло определенное смещение акцентов. Даже тот, кто вначале воспринимал его теорию в штыки, в дальнейшем придал ей настолько универсальный характер, что все взаимоотношения между организмами стали сводить к борьбе между ними за место под Солнцем и выживание наиболее сильных, наиболее конкурентоспособных. При этом существенно снижалось значение среды обитания.

Одним из первых проводников этого направления в России был С.И. Коржинский, выступивший с идеей о лесе как наиболее мощной растительной формации, которая теснит степь даже при неизменных климатических условиях и разрушает созданные ею богатые черноземные почвы (1888). Затем в его развитие включился И.К. Пачоский, предложивший выделить изучение «социальных» отношений внутри растительных сообществ в особый раздел ботаники — *фитосоциологию* [27]. Вскоре такое направление оформилось и его возглавил В.Н. Сукачев. На протяжении не-

скольких десятилетий он, его сотрудники и соратники в процессе полевых исследований в разных регионах РФ и путем постановки специальных экспериментов пытались доказать главенствующую роль конкурентных отношений в строении и эволюции растительного покрова, при которых более сильные особи и сообщества подавляют и вытесняют слабые. Довольно скоро эта школа заняла лидирующие позиции как фитоценологическое направление в лесной типологии.

Под влиянием этих идей традиционная геоботаника из науки о взаимосвязях растительности с землей, почвами, трансформировалась в фитоценологию, науку о взаимосвязях биоты внутри растительных сообществ [28, 29]. И такое положение сохраняется уже многие годы. Между тем вследствие прикрепленного образа жизни растительность очень тесно привязана к земле. Поскольку поверхностные отложения нашей планеты весьма разнообразны, в течение продолжающейся миллионы лет эволюции сформировались группы растений, способные устойчиво произрастать на разных по обеспеченности элементами питания и влагой почвогрунтах (олиго- и мегатрофы, ксеро- и гигрофиты). В связи с тем, что растения не способны активно перемещаться и подыскивать подходящую им среду, попадая на непригодные для них местообитания, они гибнут. С этим связано присущее растительности обильное плодоношение и механизмы широкого распространения семян. Очень жестко обусловлены почвогрунтами и все другие особенности морфологического строения и функционирования растений.

Среда, как основное, первичное условие существования организмов, понятие сугубо экологическое. Она не существует без живого. В этом случае это уже не среда. Что же касается биоты, то ее жизнь без среды абсолютно невозможна. Растения создают себя из среды — из углекислого газа воздуха, воды и зольных элементов, потребляемых из почвы. Из этих неорганических соединений в процессе фотосинтеза образуется новое органическое вещество, обеспечивающее бесконечность жизни. Стратегия растений — возможно более полное освоение всех доступных для жизни территорий (природа не терпит пустоты) и потребление всех имеющихся на них ресурсов, предел которому ставит ресурс, находящийся в первом минимуме. Чаще всего им бывает влага и такие элементы, как азот, фосфор, калий и кальций. Строение и все физиологические функции растений направлены на то, чтобы возможно полнее осуществить эту свою миссию на Земле.

С таких позиций находит объяснение наличие у древесных растений высокого прочного ствола, необходимого для потребления доступной влаги там, где имеются ее значительные количества.

Именно в процессе эволюции в таких благоприятных условиях сформировались наиболее крупные растения с мощным одревесневшим многолетним стволом, поскольку только такое строение позволяет *создавать, поддерживать и легко воспроизводить огромный ассимиляционный аппарат*, способный потреблять всю имеющуюся влагу. Этому же служат длительный, а там, где возможно, и непрерывный ход вегетации (в тропических лесах) и наличие вечнозеленых форм, в том числе на севере (в тайге), где вследствие короткого вегетационного периода при ежегодном обновлении ассимиляционного аппарата насаждения не успевали бы использовать всю влагу.

Необходимость потребления больших количеств воды определяет особенности строения корневых систем растений, в том числе древесных. Как известно, чем суше местообитание, тем большую корневую систему формируют растения. В сухих степях и пустынях масса корней достигает 70...80 % всей биомассы. У деревьев она значительно меньше, всего 18...25 %. Это значит, что в условиях обильного увлажнения корни растений способны перекачивать из почвы огромные массы воды.

Исключительная роль влаги в жизни растений приводит к тому, что их различные жизненные формы связаны не только с общим количеством влаги, поступающим с атмосферными осадками, но и с их распределением по сезонам года. На территориях с большим количеством атмосферных осадков при отсутствии сухих периодов произрастают вечнозеленые леса, при непродолжительном сухом периоде — жестколистные леса. При длительном засушливом периоде леса уступают место лесостепям и саваннам. На Восточно-Европейской равнине лес уступает степям ввиду возрастания к югу засушливости климата, вследствие чего во вторую половину вегетации в почвах исчерпывается вся доступная влага. Травянистая растительность в этот период прекращает вегетацию.

Огромное значение в жизни растений имеют ГВ при их залегании на корнедоступной глубине. По таким позициям — по поймам рек — леса проникают далеко на юг, в том числе в пустыни (тугайные леса). В замкнутых понижениях на водоразделах, когда грунтовые воды не имеют стока, формируются верховые болота, для которых характерны резкие перепады глубин залегания ГВ от весны к осени и бедность элементами питания (сфагновые болота).

В результате многолетних исследований нами было выявлено довольно широко распространенные в природе *внутрипочвенный* и *внутригрунтовый стоки*. В местах их концентрации на корнедоступной глубине постоянно поддержива-

ется оптимальный для древесной растительности водный режим, исключающий периоды истощения доступной влаги. Этим обусловлено формирование лесостепного ландшафта, при котором дубравы приурочены к местам концентрации такого стока, направленного к речным долинам. На центральных частях водоразделов в прошлом господствовали луговые степи. В лесной зоне к местам концентрации стока приурочены наиболее высокопродуктивные насаждения, в частности известная Линдуловская роща под Санкт-Петербургом, на некоторых участках которой продуктивность лиственницы превышает 1000 м³/га. Наличием почвенно-грунтового стока со Среднерусской возвышенности в низменное Полесье определяется формирование высокопродуктивного Брянского лесного массива. На путях такого же стока находится Беловежская пушча.

Большой сложностью для растений является извлечение зольных элементов из почвы. С этим связаны огромные массы воды, затрачиваемые растительностью на транспирацию. Мы рассматриваем ее как своеобразный насос, пассивное «сердце» растительного организма. Как сердце «перегоняет» кровь в живом организме, так огромная всасывающая сила, возникающая в процессе интенсивного расходования влаги на транспирацию, обеспечивает засасывание корнями растений, не имеющими для этого никаких специальных органов (типа устьиц в листьях), и подтягивание ко всем клеткам растения на высоту до 20...40 и даже 100 м, против силы тяжести, почвенных растворов, представляющих своего рода аналог крови животных. Содержащиеся в этих растворах макро- и микроэлементы являются обязательными компонентами фотосинтетического аппарата, обеспечивающими главное действие, совершающееся в растениях, а именно: превращение лучистой энергии Солнца в энергию химических связей органических веществ, трансформацию простых неорганических соединений в живое вещество.

Трансформация геоботаники из науки о взаимосвязях и взаимообусловленности растений с почвогрунтами в фитоценологию, науку о взаимоотношениях между растениями внутри сообществ, не позволяет выявить и понять многие стороны жизнедеятельности растений. К этому нужно добавить и тот факт, что и взаимосвязи между растениями, как на это обратил внимание Л.Г. Раменский [9], в значительной мере совершаются через почву. Организмы, и в первую очередь растения, влияют друг на друга главным образом через изменение ими условий среды. Нет конкуренции вообще, а есть упреждение во времени и развитии, преимущества в полноте использования ресурсов среды (воды, пищи), преимущества в

энергии роста и развития, большая устойчивость к различным неблагоприятным условиям, вредителям, болезням и т. д. [9, с. 145].

Как следует из приведенного выше, лесная типология очень объективно оценила и систематизировала огромный пласт сведений об обусловленности растительности средой. В ее классификационной модели — эдафической сетке, построенной в координатах двух основных факторов плодородия почв, — обеспеченности элементами питания (трофности) и увлажнения, размещаются в единстве почвы разного плодородия и виды растений, произрастающих на них. Эдафические сетки систематизируют разнообразие растительности внутри однородных по климату территорий, их внутризональное разнообразие, обусловленное прежде всего особенностями почвенно-грунтовых условий.

Проблема восстановления и сохранения биологического разнообразия природы рассматривается многие последние годы как одна из наиболее актуальных. Однако основным направлением ее разработки являются мероприятия по достижению возможно большей численности видов высших растений и других организмов на разных объектах. При этом остается без ответа вопрос о том, сколько и каких видов могут устойчиво сосуществовать в тех или иных условиях среды и, соответственно, какое их количество можно считать оптимальным.

Биоразнообразие природы жестко обусловлено *плодородием среды*, ее климатом и почвогрунтами, прежде всего количеством и режимом поступления трех основных *лимитированных экологических ресурсов — тепла, влаги и пищи*. Поэтому численность видов растений на разных местообитаниях различается весьма существенно — от нескольких десятков на бедных сухих песках и двух видов деревьев в резкоконтинентальных условиях Якутии до многих сотен — на богатых оптимально увлажненных землях в условиях мягкого теплого климата.

Лесотипологическая классификационная система — *эдафоклиматическая сетка* построена в координатах этих трех экологических факторов (климатическая, зональная — в координатах тепла и атмосферных осадков, эдафическая, внутризональная — в координатах пищи и влаги в почвогрунтах). Эдафоклиматическая сетка с местообитаниями четырех групп трофности и шести уровней увлажнения отражает разнообразие разных природных зон (А — бедные, в основном песчаные, В-С — супесчаные, слоистые, D — богатые, суглинистые; 0 — сухие, возвышенные, 5 — пониженные, заболоченные). В разных зонах различаются площади этих трофо- и гигротопов. Поэтому данная сетка представляет основу, ко-

торая может обеспечить возможность получения строгих количественных параметров биоразнообразия, характерного для того или иного объекта. **Метод фитоиндикации** позволяет достаточно достоверно оценивать уровень обеспеченности среды названными ресурсами. Никакие другие научные направления не опираются на плодородие среды и поэтому не могут решить поставленную задачу.

Следует обратить внимание на неправомерность широко распространенного оборота «требования, предъявляемые тем или другим организмом среде». Действительно, организмы никаких требований к среде не предъявляют и не могут предъявлять, они просто выживают там, где есть соответствующие для этого условия среды.

В науке давно утвердился предложенный Э. Кантом и поддержанный другими философами принцип классификации объектов по их «внутренним», присущим самим этим объектам свойствам: растительность — по признакам растений, почвы — по свойствам и т. д. При этом различные науки используют в своих классификациях разнообразные свойства своих объектов. Растения систематизируются по особенностям строения репродуктивных органов, почвы — по генезису, горные породы — по минералогическому составу и т. д. Совместить, состыковать подобные классификации не только трудно, но и невозможно. В этих условиях проблема систематизации сложных природных объектов, таких, как экосистемы, представляется очень трудно реализуемой.

Весьма совершенным опытом решения проблемы являются разработки лесоводов-типологов. Учение о типах насаждений создавалось лесоводами как естественно-научная классификационная система лесов. В основу объединения лесов в типы Г.Ф. Морозов положил принцип единства условий их произрастания, в первую очередь единство почвенно-грунтовых условий [2]. Разделение климата и почв на типы не по их «внутренним» свойствам, а по изменению характера произрастающей на них растительности, которую А.А. Крюденер [5] принял за главный критерий, как мерило качества среды, позволило ему увязать воедино абиотическую и живую природу и составить их единую сопряженную классификацию.

Фитоценологи, и в первую очередь Сукачев, под влиянием критики в адрес этого направления со стороны представителей философской науки, считающих социальные отношения присущими только человеческому обществу, и украинских типологов, прежде всего Погребняка, постепенно переводил свое учение через **фито-**, **био-** и, наконец, **биогеоценологию** на экологические основы, к признанию ведущей роли среды в жизни растений, определению типа леса как **биогеоценоза**

(единства насаждения и его среды) и к организации серии биогеоценологических стационаров для изучения взаимосвязей леса и среды. По результатам этих исследований предполагалось разработать биогеоценологическую классификацию лесов, построенную на учете материально-энергетического обмена в биогеоценозах. Однако методов его изучения пока нет.

Главный постулат украинской школы лесной типологии, воспринятый через Морозова и Крюденера от народа, а именно **единство типа среды и типа леса, их одинаковый объем**, не был взят на вооружение ни Сукачевым, ни его последователями. При изучении разных экологических факторов фитоценологи пользуются методологией и классификациями, принятыми в соответствующих частных науках, а их далеко не всегда можно совместить. Поэтому хотя представители этой школы и накопили большой материал по характеристике разных сторон взаимодействия лесной растительности со средой, их классификация типов леса по-прежнему основывается на доминантах древостоя и травяного покрова, т. е. остается фитоценологической, не опирающейся на среду. Между тем в классификации Каяндрера [30, 31] за основу принималось выделение биологически равноценных земель.

Но такие суждения, в частности, Б.М. Миркина [32], настойчиво убеждающего при комплексных почвенно-геоботанических обследованиях почвоведов и геоботаников картировать и классифицировать свои объекты, не контактируя друг с другом, поскольку это ведет к появлению «теорий» о тесной сопряженности растительности и почв, могут вызывать только недоумение.

Назовем главные, на наш взгляд, закономерности взаимосвязей между живой и неорганической природой.

1. Жесткая, буквально «железная» обусловленность живого условиями абиотической среды, что связано с очень ограниченным интервалом условий, в которых жизнь может возникнуть и устойчиво существовать. Одно из фундаментальнейших свойств живой природы — цикличность большинства происходящих в ней процессов, обусловленная изменением среды.

2. Определяющая роль жизненно необходимых факторов, особенно тех, количество которых ограничивает жизнь.

3. Стратегия органической материи заключается в возможно более совершенном приспособлении к среде и в наиболее полном освоении ее экологических ресурсов. Одним из основных приемов адаптации высших растений к среде является их строение, габитус. Особенно четко формообразующая роль среды проявляется в условиях разной обеспеченности влагой.

4. Основная форма приспособления биоты к возможно более полному потреблению ресурсов среды — создание огромного многообразия живых организмов, различающихся по своим экологическим потребностям и приемам их удовлетворения.

5. Нацеленность живого на максимально полное освоение имеющихся экологических ресурсов — плодородия среды в широком смысле — обуславливает тот факт, что эволюция органической жизни идет в направлении возможно более тесного приспособления каждого отдельного вида к среде и к совместному с другими видами освоению ее ресурсов.

6. В результате взаимодействия биоценозов и среды формирование их единства — биоэкосистем, открытых динамических природных систем, пронизанных бесчисленным количеством взаимосвязей.

7. Устойчивость, т. е. способность выдерживать изменения, вызываемые извне, и восстанавливаться после них, как главное свойство природных биоэкосистем.

8. Присущие большинству видов живого массовое размножение и воспроизводство значительно большего количества особей, чем это позволяют имеющиеся экологические ресурсы и процессы последующего естественного отпада или вытеснения части ослабленных особей, а в исторической перспективе и менее приспособленных видов по мере исчерпания того или другого ресурса — как основной механизм, обеспечивающий стабильность не только отдельных экосистем, но и жизни на планете в целом.

9. Способность влиять на среду своего обитания, изменяя и приспособляя ее в благоприятном для своей жизнедеятельности направлении, как один из механизмов достижения устойчивости. Однако эти возможности весьма ограничены.

Произошедшая трансформация геоботаники в фитоценологию не уникальна. Мы уже отмечали, что сформировавшаяся в 1920-х гг. фитоценологическая школа лесной типологии В.Н. Сукачева полностью вытеснила в России экологическую типологию Морозова — Крюденера, и нам пришлось приложить немалые усилия, для того чтобы вернуть из забвения имя создателя экологической классификации лесов [33].

Что-то подобное произошло и в отечественном почвоведении. Последователи В.В. Докучаева так увлеклись его идеями о почве как особом природном теле, отраженном в ее морфологическом строении (чернозем, подзолистые и серые лесные почвы и др.), что признали устаревшими и ненаучными все накопленные на протяжении многих веков знания о почвах как среде обитания растений, при которых почвы изучались в свя-

зи с произрастающей на них растительностью. А эти знания свидетельствуют об определяющем значении для плодородия почв не их морфологии, а состава, наследуемого от исходных почвообразующих пород (лёссы, пески), обуславливающего многие особенности почв, в том числе количество в них элементов питания, хорошо отражаемого их механическим составом.

Н.М. Сибирцев, ближайший соратник В.В. Докучаева, утверждал, что только вместе эти два направления могут составить цельное естественно-научное почвоведение. Однако почвоведы новой генетической школы отказались от полученных ранее данных, в том числе от оценки плодородия почв по их механическому составу (чем легче механический состав почв, чем больше в них песка, тем меньше в них элементов питания растений). Это очень затруднило поиск ответов на вопросы, связанные с использованием почв как основного объема сельскохозяйственного производства.

Единственными, кто продолжает прежнее направление изучения почв, являются лесные типологи экологической школы. Их работы подтверждают многие положения догенетического почвоведения и прежде всего определяющую роль *состава* (механического, а значит, и минерального, химического) для роста растений, а не их строения, морфологии. Однако это направление, созданное более 100 лет назад, многие годы существует на уровне региональной лесоводственной школы, хотя его разработки представляют безусловный интерес для многих естественных наук. Одной из причин этого является давно сложившаяся в научных периодических изданиях практика, отсутствия свободного обмена мнениями, дискуссий, и все работы, излагающие материалы, идущие вразрез с общепринятыми на данный момент положениями, просто отклоняются.

Мы много думали над тем, как восстановить приоритет отечественных лесоводов в обосновании экосистемного строения природы. Однако согласно Д.И. Менделееву, автором открытия является не тот, кто его первым обнаружил, а тот, кто его обосновал и сделал достижением научной общественности. Отечественные лесоводы восприняли понимание народом жесткой связи растительности со средой. А.А. Крюденер положил его в основу своей сопряженной классификации лесов и почвогрунтов [5]. Однако лесоводы не обосновали понимание этой связи как одного из основных законов природы, хотя были очень близки к этому. А далее классификация Крюденера была изъята из употребления, и в конечном итоге его идеи и разработки, в том числе и понимание таксона «тип насаждения» как экосистемы, были полностью забыты. И только нами, в связи с желанием восстановить авторство лесотипологи-

ческой классификации, можно сказать, случайно, было восстановлено и понимание экосистемной сути классификации Крюденера. Напомним, что с момента создания этой классификации прошло 100 лет, и нет гарантии, что этот факт получит широкое признание. Доработанная классификация Крюденера в видоизмененном виде, при этом авторе, более 70 лет применяется на Украине, давно став теоретической основой научного лесоводства и лесохозяйственного производства. К сожалению, на экосистемной сущности этой классификации внимание долго не акцентировалось. Напомним, что на протяжении многих лет ее очень жестко критиковали отечественные ботаники, прежде всего В.Н. Сукачев, за то, что она основана не на признаках собственно растительных сообществ, а на их среде.

Время все ставит на свои места. Полагаем, что отечественным ботаникам и экологам нужно не только широко использовать классификационные разработки П.С. Погребняка [7, 12] и Л.Г. Раменского [22, 23], но и выступить с обоснованием приоритетности этих первых подлинно экологических (в единстве растительности и среды) классификаций, развивших и усовершенствовавших пионерные разработки А.А. Крюденера, впервые в мировой истории обосновавшего экосистемное строение природы и создавшего первую классификацию лесов как экосистем. Поэтому мы называем эдафическую сетку, систематизирующую леса по нарастанию плодородия среды, в координатах увеличения в них количества пищи и влаги, оцениваемых методом фитоиндикации, классификационной моделью типов леса или лесных экосистем Крюденера — Погребняка. Существенный вклад в создание этой классификации внесли работы Г.Ф. Морозова, Е.В. Алексева, Г.Н. Высоцкого, Д.В. Воробьева, А. Гумбольдта, В.В. Докучаева, В.Н. Сукачева [2, 6, 15, 33–38].

Принятые в ботанике определения «сосняки», «дубняки» и др. характеризуют растительность без учета среды, причем в основном чистые древостой. Особенно важно обоснование понятия *экотон* или *тип среды*, как единства типа климата и типа местообитаний. **Природная экосистема представляет собой единство, равенство биопотенциала среды и биопroduкции, которая ею создается.**

По нашему мнению, использование ботаниками и экологами принципов лесной типологии может значительно повысить обоснованность создаваемых ими разработок. Можно также порекомендовать назвать академическую науку о взаимосвязях биоты и среды *биоэкологией*, отдав название «*экология*» прикладной науке о среде и ее охране, тем более что она им уже очень прочно завладела.

Список литературы

- [1] Tansley A.G. The use and abuse of vegetation concepts and terms // Ecology, 1935, v. 16, no. 3.
- [2] Морозов Г.Ф. О типах насаждений и их значении в лесоводстве // Лесной журнал, 1904. Вып. 1. С. 6–25.
- [3] Морозов Г.Ф. Основания учения о леса. Симферополь, 1920. 137 с.
- [4] Морозов Г.Ф. Исследование лесов Воронежской губернии // Лесной журнал, 1913. Вып. 3, 4. С. 463–481.
- [5] Крюденер А.А. Основы классификации типов насаждений и их народнохозяйственное значение в обиходе страны. Петроград, 1916–1917. Ч. I–I. 318 с.
- [6] Высоцкий Г.Н. Биологические, почвенные и фенологические наблюдения и исследования в Велико-Анадолу. 1901–1902 // Избр. соч. Т. 1. М.: Изд-во АН СССР, 1962. С. 159–497.
- [7] Погребняк П.С. Основи типологічної класифікації та методика складати її // Сер. наук. вид. ВНДЛГА. Харків: ВНДЛГА, 1931. Вип. 10. С. 180–189.
- [8] Крюденер А.А. Опыт группировки почвенного покрова в связи с местоположением, почвою, инсоляцией и возобновлением под пологом и на лесосеках // Лесн. журнал, 1903. Вып. 6. С. 1430–1468.
- [9] Раменский Л.Г. О некоторых принципиальных положениях современной геоботаники // Ботанический журн., 1952. Т. 37. № 2. С. 181–201.
- [10] Воробьев Д.В. Типы лесов европейской части СССР. Киев: АН УССР, 1953. 450 с.
- [11] Иванов И.В. История отечественного почвоведения. Кн. I. 1870–1947 гг. М.: Наука, 2003. 397 с.
- [12] Погребняк П.С. Основы лесной типологии. Киев: АН УССР, 1955. 456 с.
- [13] Мигунова Е.С. Леса и лесные земли (количественная оценка взаимосвязей). М.: Экология, 1993. 364 с.
- [14] Мигунова Е.С. Типы леса и типы природы. Экологические взаимосвязи. Saarbücken: Palmarium Academic Publishing, 2014. 295 с.
- [15] Воробьев Д.В. Лесотипологическая классификация климатов // Тр. Харьковского СХИ, 1961. Т. 30; 1972. 169 с.
- [16] Лавриненко Д.Д. Основы лесной экологии. Киев: УСХА, 1978. 35 с.
- [17] Гинзбург К.Е. Методы определения фосфора в почвах // Агробиохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 118 с.
- [18] Пошон Ж. де Баржак. Почвенная микробиология. М.: Иностраниздат, 1960. 438 с.
- [19] Высоцкий Г.Н. О карте типов местопроизрастаний // Современные вопросы русского сельского хозяйства. СПб, 1904. С. 81–94.
- [20] Мигунова Е.С. Лесоводство и естественные науки (ботаника, география, почвоведение). Харьков, 2000. 1-е изд.; М.: МГУЛ, 2007. 2-е изд. 592 с.
- [21] Мигунова Е.С. Лесонасаждения на засоленных почвах. М.: Лесн. пром-ть, 1978. 144 с.
- [22] Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.-Л.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
- [23] Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз, 1956. 470 с.
- [24] Рупрехт Ф.И. Геоботанические исследования о чернозёме, с картой распространения чернозема в Европейской России // Прил. к 10-му тому Зап. Акад. наук, № 6. СПб.: Тип. Акад. наук, 1866.
- [25] Бекетов А.Н. Гармония в природе // Русский вестник. Т. 30. 1860.

- [26] Докучаев В.В. К учению о зонах природы: горизонтальные и вертикальные почвенные зоны. 1898 // Сочинения. М.; Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1951. Т. VI. С. 398–414.
- [27] Пачоский И.К. Основы фитоценологии. Херсон: Вторая государственная типография, 1921. 346 с.
- [28] Работнов Т.А. Фитоценология. М.: МГУ, 1983. 294 с.
- [29] Ярошенко П.Д. Геоботаника. М.: Просвещение, 1969. 200 с.
- [30] Каяндер А.К. Сущность и значение типов леса. М.: Голстехиздат, 1933. 36 с.
- [31] Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии. М.: Наука, 1985. 136 с.
- [32] Мигунова Е.С. Итоги. Харьков: Русское слово, 2012. 232 с.
- [33] Алексеев Е.В. Типы украинского леса. Правобережье. Киев, 1928. 120 с.
- [34] Гумбольдт А. География растений / под ред. Н. И. Вавилова. М.; Л.: Сельхозгиз, 1936. 232 с.
- [35] Гумбольдт А. Космос: Опыт физического мироописания: пер. с нем. Н. Фролова. 2-е изд. М.: Типография А. Семена, 1862–1863. Ч. 1, 1862; ч. 2, 1862; ч. 3, 1863.
- [36] Докучаев В.В. Русский чернозем. 1883 // Сочинения. М.; Л.: Акад. наук СССР, 1949. Т. III. С. 23–528.
- [37] Докучаев В.В. Место и роль современного почвоведения в науке и жизни // Сочинения. Т. VI. М.: АН СССР, 1951. С. 415–424.
- [38] Сукачев В.Н. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Избр. тр. Т. 1. Л.: Наука, 1972. 420 с.

Сведения об авторе

Мигунова Елена Сергеевна — д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр. УкрНИИЛХА, migunova-e-s@yandex.ua

Поступила в редакцию 23.10.2019.

Принята к публикации 29.01.2020.

FOREST TYPOLOGY AND BOTANICS. ENVIRONMENT FACTORS ASSESSMENT

E.S. Migunova

Ukrainian Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G.M. Vysotsky, 86, Pushkinskaya st., 61024, Kharkiv, Ukraine

mail@bgita.ru

Briefly characterized are the principles, methods and research results created by G.F. Morozov practice on the types of plantings, later called the forest typology. Its basis is a coupled study of forest communities and their environment - climate and soil as forest ecosystems. The prospects of such a coupled study are shown. A special role of the limited resources of the environment such as heat, moisture, and food has been revealed, which everywhere determine the composition and productivity of vegetation and make it possible to predict their characteristics. These factors form in unity the level of environmental fertility, determining the biodiversity of various natural objects

Keywords: forest typology, ecology, ecosystem, environment, phytoindication, limited environmental resources, biodiversity

Suggested citation: Migunova E.S. *Lesnaya tipologiya i botanika. ekologicheskaya otsenka faktorov prirodnoy sredy* [Forest typology and botanics. Environment factors assessment]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 4, pp. 65–81. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-4-65-81

References

- [1] Tansley A.G. The use and abuse of vegetation concepts and terms. *Ecology*, 1935, v. 16, no. 3.
- [2] Morozov G.F. *O tipakh nasazhdeniy i ikh znachenii v lesovodstve* [On types of plantations and their significance in forestry]. *Lesnoy zhurnal*, 1904, v. 1, pp. 6–25.
- [3] Morozov G.F. *Osnovaniya ucheniya o lesa* [Foundations of the doctrine of the forest]. Simferopol, 1920, 137 p.
- [4] Morozov G.F. *Issledovanie lesov Voronezhskoy gubernii* [Investigation of the forests of the Voronezh province]. *Lesnoy zhurnal*, 1913, v. 3–4, pp. 463–481.
- [5] Kryudener A.A. *Osnovy klassifikatsii tipov nasazhdeniy i ikh narodnokhozyaystvennoye znachenie v obikhode strany* [The basis for the classification of plantation types and their national economic importance in the country's everyday life]. Ptg, 1916–1917, p. I–I, 318 p.
- [6] Vysotskiy G.N. *Biologicheskie, pochvnyye i fenologicheskie nablyudeniya i issledovaniya v Veliko-Anadole 1901–1902* [Biological, soil and phenological observations and studies in Veliko-Anadol. 1901–1902]. Selected treatises. T. 1. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1962, pp. 159–497.
- [7] Pogrebnyak P.S. *Osnovi tipologichnoy klasifikatsii ta metodika skladati ii* [The basis of the typological classification and the methodology of warehousing]. Ser. nauk. VNDILGA, Kharkiv: VNDILGA Publ., 1931, v. 10, pp. 180–189.
- [8] Kryudener A.A. *Opyt gruppirovki pochvennogo pokrova v svyazi s mestopolozheniem, pochvoyu, insolyatsiey i vobnovleniem pod pologom i na lesekokakh* [Experience in the grouping of soil cover in connection with the location, soil, insolation and renewal under the canopy and on the forest-trees] *Lesnoy Journal*, 1903, iss. 6, pp. 1430–1468.

- [9] Ramenskiy L.G. *O nekotorykh printsipial'nykh polozheniyakh sovremennoy geobotaniki* [About some fundamental provisions of modern geobotany]. *Botanicheskii zhurnal* [Botanical journal], 1952, v. 37, no. 2, pp. 181–201.
- [10] Vorob'ev D.V. *Tipy lesov evropeyskoy chasti SSSR* [Types of forests in the European part of the USSR]. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1953, 450 p.
- [11] Ivanov I.V. *Istoriya otechestvennogo pochvovedeniya. Kn. I. 1870–1947 gg.* [History of domestic soil science. Prince I. 1870–1947]. Moscow: Nauka, 2003, 397 p.
- [12] Pogrebnyak P.S. *Osnovy lesnoy tipologii* [Basics of forest typology]. Kiev: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR Publ., 1955, 456 p.
- [13] Migunova E.S. *Lesa i lesnye zemli (kolichestvennaya otsenka vzaimosvyazey)* [Forests and forest lands (a quantitative assessment of mutual relations)]. Moscow: Ecology, 1993, 364 p.
- [14] Migunova E.S. *Tipy lesa i tipy prirody. Ekologicheskie vzaimosvyazi* [Types of forests and types of nature]. Ecological relationships. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, Germany Publ., 2014, 295 p.
- [15] Vorob'ev D.V. *Lesotipologicheskaya klassifikatsiya klimatov* [Lesitopologicheskaya classification of climates] Tr. Kharkov Agricultural Institute, 1961, t. 30, pp. 23–43; 1972, t. 169, pp. 51–62.
- [16] Lavrinenko D.D. *Osnovy lesnoy ekologii* [Fundamentals of forest ecology]. Kiev: USHA, 1978, 35 p.
- [17] Ginzburg K.E. *Metody opredeleniya fosfora v pochvakh* [Methods for determination of phosphorus in soils] Agrochemical methods of soil investigation. Moscow: Nauka, 1975, p. 118.
- [18] Poschon J. de Barjac *Pochvennaya mikrobiologiya* [Soil microbiology]. Moscow: Inostranizdat, 1960, 438 p.
- [19] Vysotskiy G.N. *O karte tipov mestoproizrastaniy* [On the map of types of habitats] Modern questions of Russian agriculture. St. Petersburg, 1904, pp. 81–94.
- [20] Migunova E.S. *Lesovodstvo i estestvennye nauki (botanika, geografiya, pochvovedenie)* [Forestry and natural sciences (botany, geography, soil science)]. Kharkov, 2000. 1st ed.; Moscow: MGUL, 2007. 2nd ed. 592 p.
- [21] Migunova E.S. *Lesonasazhdeniya na zasolennykh pochvakh* [Afforestation on saline soils]. Moscow: Lesn. prom-t' [Forest industry], 1978, 144 p.
- [22] Ramenskiy L.G. *Vvedenie v kompleksnoe pochvenno-geobotanicheskoe issledovanie zemel'* [Introduction to a comprehensive soil-geobotanical study of land]. Moscow-Leningrad: Selkhozgiz, 1938, 620 p.
- [23] Ramenskiy L.G., Tsatsenkin I.A., Chizhikov O.N., Antipin N.A. *Ekologicheskaya otsenka kormovykh ugodiy po rastitel'nomu pokrovu* [Ecological assessment of forage land by vegetation]. Moscow: Selkhozgiz, 1956, 470 p.
- [24] Ruprekht F.I. *Geobotanicheskie issledovaniya o chernozeme, s kartoy rasprostraneniya chernozema v Evropeyskoy Rossii* [Geobotanical studies of chernozem, with a map of the distribution of chernozem in European Russia] Pril. k 10-mu tomu Zap. Akad. nauk [App. to the 10th volume of Zap. Acad. Sciences], no. 6. S.Petersburg: Acad. Sciences, 1866.
- [25] Beketov A.N. *Garmoniya v prirode* [Harmony in nature]. *Russkiy vestnik* [Russian Bulletin], 1860, t. 30.
- [26] Dokuchaev V.V. *K ucheniyu o zonakh prirody: gorizonttal'nye i vertikal'nye pochvennye zony. 1898* [To the study of nature zones: horizontal and vertical soil zones. 1898] Sochineniya [Works]. Moscow; Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1951, t. VI, pp. 398–414.
- [27] Pachoskiy I.K. *Osnovy fitotsenologii* [Fundamentals of phytocenology]. Kherson: Vtoraya gosudarstvennaya tipografiya [Second State Printing House], 1921, 344 p.
- [28] Rabotnov T.A. *Fitotsenologiya* [Phytocenology]. Moscow: Moscow State University, 1983, 294 p.
- [29] Yaroshenko P.D. *Geobotanika* [Geobotany]. Moscow: Education, 1969, 200 p.
- [30] Caiander A.K. *Sushchnost' i znachenie tipov lesa* [The nature and significance of forest types]. Moscow: Goslestekhzdat, 1933, 36 p.
- [31] Mirkin B.M. *Teoreticheskie osnovy sovremennoy fitotsenologii* [Theoretical foundations of modern phytocenology]. Moscow: Nauka, 1985, 136 p.
- [32] Migunova E.S. *Itogi* [The results]. Kharkov: Russian Word, 2012, 232 p.
- [33] Alekseev E.V. *Tipy ukrainskogo lesa. Pravoberezh'e* [Types of Ukrainian forest. Right-bank]. Kiev, 1928, 120 p.
- [34] Gumbol'dt A. *Geografiya rasteniy* [Plant Geography]. Ed. N.I. Vavilov. Moscow-Leningrad: Selkhozgiz, 1936, 232 p.
- [35] Gumbol'dt A. fon. *Kosmos: Opyt fizicheskogo miroopisaniya* [Cosmos: An Experience of Physical World Description] Transl. N. Frolova. Moscow: Tip. A. Semena, 1862–1863. Part 1, 1862; part 2, 1862; part 3, 1863.
- [36] Dokuchaev V.V. *Russkiy chernozem. 1883* [Russian black soil. 1883] Sochineniya [Works]. Moscow-Leningrad: Acad. Sciences of the USSR, 1949, t. III, pp. 23–528.
- [37] Dokuchaev V.V. *Mesto i rol' sovremennogo pochvovedeniya v nauke i zhizni* [The place and role of modern soil science in science and life]. Sochineniya [Works]. T. VI. Moscow: USSR Academy of Sciences, 1951, pp. 415–424.
- [38] Sukachev V.N. *Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii* [Basics of forest typology and biogeocenology]. Selected works, t. I. Leningrad: Nauka, 1972, 420 p.

Author's information

Migunova Elena Sergeevna — Dr. Sci. (Agricultural), Professor, Academician of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Leading Scientist of the Forest Ecology Laboratory of the Ukrainian Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry named after G.M. Vysotsky, migunova-l-s@yandex.ua

Received 23.10.2019.

Accepted for publication 29.01.2020.