

## ОПТИМИЗАЦИЯ ЗАЩИТНОГО ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЛАНДШАФТАХ ВОСТОЧНОГО ЗАКАМЬЯ

Э.В. Галиуллина<sup>1</sup>, И.Р. Галиуллин<sup>1</sup>, Р.А. Ульданова<sup>2</sup>, А.Т. Сабиров<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, д. 65

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, 420087, г. Казань, ул. Даурская, д. 28

tasat@list.ru

На основе изучения продуктивности и санитарного состояния защитных лесных насаждений 13–17-летнего возраста Восточного Закамья Республики Татарстан определены пути оптимизации лесоразведения на склоновых ландшафтах. Под пологом лесных фитоценозов Альметьевского муниципального района выделены рендзины, серые лесные, коричнево-бурые лесные почвы. Изучены сосновые, еловые, березовые, тополевые лесомелиоративные насаждения, чистые и смешанные по составу. Определены таксационные показатели древостоев, выявлены особенности распределения деревьев по категориям состояния. Установлен тип лесорастительных условий на изученных экосистемах — свежая дубрава ( $D_2$ ), реже — свежая сложная суборь ( $C_2$ ). Проанализированы лесомелиоративные насаждения ели европейской, сосны обыкновенной, лиственницы сибирской на почвах с развитым профилем, отличающиеся высокой долей здоровых деревьев, а сосновые фитоценозы, созданные на каменистых почвах склоновых земель — менее устойчивы. Приведены проектируемые лесные насаждения в зависимости от почвенных условий для облесения эродированных земель и крутых склонов. Указана целесообразность создания смешанных и сложных лесных насаждений, с внедрением кустарниковых растений, повышающих почвозащитную роль лесных фитоценозов. Показана эффективность комплекса природоохранных мероприятий по сохранению разнообразия и устойчивости лесной растительности: рубок ухода за насаждениями, регулирования рекреационной нагрузки в защитных лесах, лесокультурных, противопожарных работ, защиты лесов от болезней, вредителей.

**Ключевые слова:** Восточное Закамье, склоновые ландшафты, защитное лесоразведение, санитарное состояние деревьев, почвенные условия произрастания, природоохранные мероприятия

**Ссылка для цитирования:** Галиуллина Э.В., Галиуллин И.Р., Ульданова Р.А., Сабиров А.Т. Оптимизация защитного лесоразведения на склоновых ландшафтах Восточного Закамья // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 3. С. 45–52. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-3-45-52

В системе устойчивого функционирования природных экосистем и рационального землепользования ключевую роль выполняют лесные фитоценозы, которые наряду с решением почвозащитных задач повышают лесистость территории [1–4]. Защита почвенного покрова от деградации и повышение экологической устойчивости склоновых ландшафтов актуальны в Восточном Закамье Республики Татарстан. Согласно физико-географическому районированию обследуемая территория входит в Альметьевский ландшафтный возвышенный район с Приволжскими липово-дубовыми лесами и Закамско-Заволжскими в сочетании с липово-дубовыми и липовыми лесами на выщелоченных и типичных черноземах [5]. Восточное Закамье приурочено к лесостепной зоне, характеризуется глубоко расчлененным рельефом, в частности, на ее территории расположена Бугульминско-Белебеевская возвышенность с абсолютными высотами до 280...360 м. Характерной особенностью рельефа региона является преобладание денудационных поверхностей, где развиваются ветровой и водной эрозионные процессы. В районе исследования встречаются низкогорные рельефные формы и низменности, возвышенное плато и слабоволнистые равнины,

распространены возвышенности с покатыми и крутыми склонами [6].

Для предотвращения эрозионных процессов, выноса почвенных частиц из верхнего плодородного слоя, повышения продуктивности природных ландшафтов эффективно создавать защитные лесные насаждения с учетом почвенно-экологических условий произрастания и особенностей ландшафта [7, 8]. Решением экологической проблемы региона интенсивно занимается Татарстанская региональная общественная благотворительная организация «Яз», которая в целях стабилизации состояния почв региона создает защитные лесные насаждения на склоновых, деградированных землях, занимается облесением крутых склонов Альметьевского муниципального района.

### Цель работы

Цель работы — оценка санитарного состояния лесомелиоративных насаждений и оптимизация лесоразведения на склоновых ландшафтах Восточного Закамья.

### Материалы и методы исследования

Объектом исследования послужили защитные лесные насаждения, расположенные вокруг

г. Альметьевска и произрастающие на склоновых ландшафтах, деградированных землях. Лесомелиоративные насаждения произрастают в зоне деятельности Поташно-Полянского участкового лесничества Альметьевского лесничества. Фитоценозы, созданные как на пологих, так и на крутых склонах террасированием, представлены сосной обыкновенной, елью европейской, лиственницей сибирской, березой повислой, тополем гибрид-38. Это — искусственные почвозащитные, водорегулирующие лесные насаждения 13–17-летнего возраста.

Дана оценка ландшафта района [9] и эродированности склоновых земель, исследовали почвенно-экологические условия произрастания лесных насаждений. В целях проведения научных изысканий в лесных фитоценозах заложили пробные площади (ПП) согласно ОСТ 56-69-83 для комплексных биогеоценологических исследований с определением лесоводственных, таксационных показателей насаждений [10]. При проведении пересчета по диаметру дерева были распределены по шести категориям состояния [11], а также описаны видимые признаки повреждения кроны и стволов различного происхождения, исследованы пороки древесных пород, пораженность грибными болезнями и энтомовердителями.

## Результаты и их обсуждение

Биологическое разнообразие, продуктивность лесных фитоценозов в пределах однородного климатического района во многом определяются почвенным фактором. Поэтому для проведения лесорастительной оценки в защитных лесных насаждениях были изучены почвы. Выделены следующие их типы: серые лесные, коричнево-бурые лесные, рендзины. По взаимодействию различных факторов почвообразования определена дифференциация почвенного покрова склоновых ландшафтов Восточного Закамья. Защитные леса часто создают на рендзинах типичных и выщелоченных, образованных на плитчатых известковых породах, известняках, элювии пермских отложений, лесомелиоративные насаждения — на серых лесных и темно-серых лесных почвах, развитых на лессовидных и делювиальных суглинках. В составе буроземов, сформированных на красноцветных пермских отложениях, выявлены коричнево-бурые лесные типичные и коричнево-темно-бурые лесные почвы. Установлен тип лесорастительных условий в изученных экосистемах — свежая дубрава ( $D_2$ ), реже — свежая сложная суборь ( $C_2$ ), что соответствует оптимальным условиям по богатству почвы и ее увлажнению [12].

От водно-физических, физико-химических свойств почв зависит и их противоэрозийная

устойчивость. Эрозионные процессы, степень смытости почв негативно отражаются на почвенном плодородии [13]. Почвы склоновых территорий имеют гранулометрический состав от среднесуглинистого до легкосуглинистого, на открытых и эродированных участках они часто слабооструктурены, что свидетельствует о слабой водопроницаемости и низкой устойчивости к водной эрозии.

Выделены формирующиеся лесные биогеоценозы: на ПП6–10 — сосняк разнотравный; ПП5 — сосняк рябиново-разнотравный; ПП11 — березняк разнотравный; ПП13 — тополевик разнотравный; ПП16 — сосняк кленово-разнотравный [14]. Распределение деревьев преобладающих пород по ступеням толщины в защитных лесах свидетельствует о значительной дифференциации деревьев внутри древостоев: коэффициент вариации составляет 22...34%, среднеквадратическое отклонение — 1,4...3,2 см, точность опыта при определении среднего диаметра — 1,9...2,6 %. Высокая дифференциация деревьев отражает как внутривидовую борьбу в древостоях, так и широкую амплитуду экологических факторов склоновых территорий. Защитные лесные насаждения склоновых ландшафтов лесостепи Закамья имеют I класс возраста для хвойных пород и I–II классы возраста для лиственных пород, характеризуются высокой продуктивностью: произрастают по I–II классам бонитета. Средний диаметр насаждений варьирует в пределах 7,3...10,9 см, средняя высота — в пределах 5,7...8,8 м. Средний диаметр лиственных насаждений изменяется от 5,3 до 6,8 см, средняя высота — от 6,0 до 7,0 м.

На основе проведенных биогеоценологических исследований определено санитарное состояние древостоев ПП (табл. 1). В изученных сосновых насаждениях явно преобладают деревья без признаков ослабления. Содержание здоровых деревьев сосны на пробных площадях варьирует от 70,5 до 87,4 %, доля ослабленных деревьев составляет 8,1...16,9 %, сильно ослабленных — 1,0...8,6 %, сухостойных — 1,1...4,8 %, а количество усыхающих деревьев достигает 1,8 %. Высокой долей деревьев без признаков ослабления выделяются сосновые фитоценозы ПП5 и ПП8, сформированные на коричнево-бурых лесных суглинистых почвах. Лесомелиоративные насаждения Альметьевского муниципального района, созданные из ели европейской и лиственницы сибирской на почвах с развитым профилем, отличаются высоким содержанием здоровых деревьев, хорошим годичным приростом в высоту (до 50...70 см). В составе лиственных насаждений высокий процент деревьев без признаков ослабления присущ тополевику разнотравному,

Т а б л и ц а 1

## Содержание деревьев защитных лесных насаждений по категориям состояния, %

Percentage of improvement forest stands' trees by status categories, %

Категория состояния деревьев	Лесная экосистема									
	ПП2	ПП5	ПП6	ПП7	ПП8	ПП9	ПП10	ПП11	ПП13	ПП16
Без признаков ослабления	70,5	87,4	77,4	78,1	86,4	72,5	79,4	76,3	90,3	80,9
Ослабленные	16,9	8,7	13,6	8,1	8,5	13,7	11,0	12,2	5,8	11,4
Сильно ослабленные	7,8	1,0	5,8	8,6	2,8	7,3	7,4	7,9	0	2,7
Усыхающие	1,2	1,0	1,4	1,2	0,9	1,7	1,1	1,8	0	1,8
Сухостой текущего года	1,2	1,9	0,4	0	0,5	2,1	0	0,9	0	1,8
Сухостой прошлых лет (старый)	2,4	0	1,4	4,0	0,9	2,7	1,1	0,9	3,9	1,4

*Примечание.* ПП6–10 — сосняк разнотравный; ПП5 — сосняк рябиново-разнотравный; ПП11 — березняк разнотравный; ПП13 — тополевик разнотравный; ПП16 — сосняк кленово-разнотравный.

произрастающему на коричнево-бурой лесной тяжелосуглинистой почве, где сильно ослабленные и усыхающие деревья не выявлены.

На склонах условия произрастания с плотными почвенными слоями способствуют развитию поверхностных корневых систем деревьев, в определенной степени понижая их ветроустойчивость. Березняк разнотравный, сформированный на рендзине выщелоченной тяжелосуглинистой на каменистых известковых породах, менее устойчив: количество ослабленных и сильно ослабленных деревьев возрастает до 12,2 и 7,9 % соответственно. Устойчивость снижается и в чистых сосновых насаждениях, созданных на маломощных типичных рендзинах, развитых на плитчатых известковых породах и на выщелоченных рендзинах, образованных на каменистых известняках.

Защитные дубовые насаждения перспективно создавать на плоской поверхности водоразделов и покатых склонах крутизной до 11...20°, на почвах с высокими лесорастительными свойствами (черноземах, коричнево-бурых лесных, серых лесных почвах), на южной экспозиции склонов (табл. 2). Целесообразно смешение дуба черешчатого с липой мелколистной, березой повислой, кленом остролистным (по схеме смешения: 5 рядов Д + 2 ряда Лп, 4 ряда Д + 2 ряда Б) с формированием хорошего подлеска из лещины, жимолости, рябины, бересклета. Рекомендуются создавать лесные полосы шириной не менее 50 м, производить посадки саженцев дуба черешчатого рядами.

Лесомелиоративные насаждения березы повислой можно применять для закрепления оползневых участков на очень крутых склонах (свыше 30°). Они успешно формируются на маломощных карбонатных почвах (типичных и выщелоченных рендзинах) [15]. Березовые фитоценозы лучше выращивать чистыми рядами или в смешении с тополем гибрид-38. В стокорегулирующих на-

саждениях в приопушечные ряды и в подлесок можно вводить кустарниковые породы — акацию желтую, рябину, шиповник, бересклет. Березняки хорошо растут на буроземах и серых лесных почвах суглинистого и супесчаного гранулометрического состава, эффективно решая лесомелиоративную задачу. Созданные на террасированных участках склонов юго-восточных районов Республики Татарстан лесные культуры из тополя гибрид-38 и березы повислой успешно прижились, произрастают по I классу бонитета. В начальных этапах в сформировавшихся молодняках березы необходимо организовать более интенсивные прочистки.

В Восточном Закамье в защитном лесоразведении лиственница сибирская становится перспективной породой благодаря не только своей устойчивости к различным неблагоприятным факторам среды, но и декоративности [16]. При достаточном увлажнении она успешно произрастает на лесных почвах с развитым профилем и маломощных рендзинах с щебенчатым подстилами склоновых земель. Смешение лиственницы сибирской и сосны обыкновенной (3 ряда Л и 3 ряда С) повышает почвозащитную роль лесных насаждений на крутых склонах (21...30°). На буроземах и серых лесных почвах пологих склонов перспективны фитоценозы из лиственницы сибирской и ели европейской (3 ряда Л и 3 ряда Е) по схеме посадки 3,0×0,75 м. Расстояние между полосами 3 м. В междурядья вводят жимолость обыкновенную и рябину обыкновенную. Применение в качестве подлеска ягодных кустарниковых пород позволяет привлекать в экосистемы птиц.

В лесомелиоративных насаждениях Альметьевского муниципального района преобладают сосняки с составом 10С, 10С + Б, 10С + Е. Чистые сосновые культуры часто пожароопасные,

Т а б л и ц а 2

**Проектируемые защитные лесные насаждения Восточного Закамья  
в зависимости от почвенных условий**

**Designed protective forest stands of East Zakamye depending on soil conditions**

Элемент рельефа	Почва	Тип лесорастительных условий	Схема смешения пород	Схема посадки, м	Состав формируемого древостоя	Подлесок
Плоская поверхность водораздела	Темно-серая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	Е-Е-Е-Л-Л	3,0×0,75	6Е4Л	Рябина, жимолость
Плоская поверхность водораздела	Чернозем суглинистый	D <sub>2</sub>	Д-Д-Д-Д-Д Лп-Лп	3,0×0,75 3,5×0,75	7Д3Лп + Кл	Лещина, жимолость
Пологий склон (до 10°) водораздела	Серая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	С-С-С-С-С-Л-Л-Л-Л	3,0×0,75 3,5×0,75	6С4Л	Рябина, жимолость
Пологий склон (до 10°) водораздела	Коричнево-бурая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	С-С-С-С Б-Б-Б-Б	3,0×0,75 4,0×0,50	5С4Б	Акация желтая, шиповник
Пологий склон (до 10°) водораздела	Темно-серая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	Лп-Лп-Лп-Д-Д-Д	3,0×0,75	5Лп5Д + Кл	Лещина, черемуха
Пологий склон (до 10°) водораздела	Рендзина типичная суглинистая	C <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	Б-Б-Б-Б-Б	3,0×0,75 3,5×0,75	10Б+Кл	Акация желтая, бересклет, шиповник
Покатый склон (11–20°)	Коричнево-бурая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	Б-Б-Б-Т-Т-Т	3,0×0,75	5Б5Т	Ракитник русский, жимолость
Покатый склон (11–20°)	Серая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	Д-Д-Д-Д-Лп-Лп	3,0×0,75	7Д3Лп+Кл	Рябина, бересклет
Покатый склон (11–20°)	Коричнево-темно-бурая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	Д-Д-Д-Д-Б-Б	3,0×0,75	6Д4Б	Лещина, жимолость
Крутой склон (21–30°)	Коричнево-бурая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	С-С-С-С-Б-Б-Б-Б	3,5×0,50	5С5Б	Жимолость, бересклет раkitник русский
Крутой склон (21–30°)	Рендзина выщелоченная и типичная суглинистая	C <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	Л-Л-Л-С-С-С	3,0×0,50 4,0×0,50	5Л5С	Рябина, жимолость
Очень крутой склон (свыше 30°)	Рендзина выщелоченная суглинистая	C <sub>2</sub> -D <sub>2</sub>	Б-Б-Б-Б-Т-Т	3,0×0,50 4,0×0,50	7Б3Т	Жимолость, раkitник русский
Ложбина	Серая лесная суглинистая	D <sub>2</sub>	Т-Т-Т-Б-Б	3,0×0,75	6Т4Б + Ив, Кл	Бересклет

могут способствовать появлению очагов болезней и насекомых-вредителей. На пологих и крутых склонах с эродированными почвами рекомендуется создавать противоэрозионные насаждения сосны обыкновенной, лиственницы сибирской и березы повислой смешением полосами (6 рядов С + 4 ряда Л; 4 ряда С и 4 ряда Б). При этом благоприятная схема посадки: расстояние между сеянцами 0,5(0,75) м в ряду и 3,0(4,0) м — в междурядье. Общая ширина лесной полосы не менее 40...50 м. Широкие междурядья разрастаются

травы, единичными древесно-кустарниковыми растениями, что обеспечивает формирование основных экосистем с богатой флорой. На склоновых землях на маломощных карбонатных почвах сосновые древостои к 30–35-летнему возрасту обычно снижают прирост.

Для ели европейской в лесостепной зоне предпочтительнее гумусированные и достаточно увлажненные коричнево-бурые лесные и серые лесные почвы суглинистого гранулометрического состава [17]. Устойчивы смешанные насажде-

ния ели европейской и лиственницы сибирской (3 ряда Е и 2 ряда Л), ели европейской и березы повислой (5 рядов Е и 2 ряда Б) по схеме посадки 3,0×0,75 м.

Лесные фитоценозы тополя гибрид-38, березы повислой, ивы рекомендуется создавать в ложбинах, на дне овражно-балочных систем, на устойчиво увлажненных участках — откосах оврагов, балок (с выходом родников), а также использовать для закрепления почв оползневых участков. В мелких оврагах и промоинах склоновых ландшафтов с неустоявшимися откосами следует создавать плетневые запруды, мелкие промоины — засыпать почвы с целью предотвращения эрозии.

На пологих склонах крутизной до 10° в условиях лесостепи формируют широколиственные лесные насаждения. Смешанные насаждения создаются кулисами (5 рядов Лп + 5 рядов Д + Кл) по схеме посадки 3,0×0,75 м. Темно-серые лесные суглинистые почвы обладают высокими лесорастительными показателями для произрастания липы мелколистной, дуба черешчатого, клена остролистного.

На склонах с уклоном до 8° почву готовят для посадки деревьев рядами с помощью плугов с отвалами на глубину до 23...27 см. Можно использовать ленты шириной 1,5...2,0 м. Вспашка пропашными плугами проводится односторонняя, с отваливанием пласта вниз по склону. Ряды лесных культур целесообразно располагать поперек склона, чтобы ливневые и талые воды с тонкодисперсными частицами просачивались в грунт. На склонах при крутизне от 8 до 12° почвы готовят к посадке деревьев плужными бороздами, полосами, устраивают напашные террасы с прохождением плуга по горизонталям склона, с отваливанием пласта вниз по склону. На склонах крутизной 12...40° и длиной по склону более 20 м деревья и кустарники сажают по нарезным террасам, с обработкой почвы до глубины 24...27 см. На склонах крутизной более 40° лесные фитоценозы создают вручную с подготовкой для посадки деревьев площадок размером 1 м<sup>2</sup>, расположенные через каждые 3...4 м и в шахматном порядке.

Лесные насаждения на склоновых, деградированных землях создаются плотной или умеренно-ажурной конструкции, где главные породы должны быть долговечными в противоэрозийном отношении. В качестве сопутствующих деревьев используют виды теневыносливые и не мешающие главным породам в росте. В наибольшей степени водорегулирующие и почвозащитные функции выполняют смешанные лесные насаждения, которые более устойчивы к болезням, отличаются продуктивностью, эффективнее выполняют водоохранную, почвозащитную, сани-

тарно-гигиеническую, эстетическую функции. В фитоценозах одной породы с развитием под пологом древостоя следует внедрять сопутствующие лиственные породы и кустарниковый подрост. Целесообразно создавать сложные насаждения, со вторым ярусом и подростом, благонадежным подростом из сосны, ели, лиственницы, березы, клена. Разнообразие растений нижних ярусов с развитой корневой системой увеличивает водопроницаемость почв, способствует закреплению откосов, более длительному таянию снега и меньшей промерзаемости лесной почвы. Формирование плотных опушек с внедрением кустарников обеспечивает распыление поступающего со склонов водного потока, образованию хорошей подстилки, выполняющей противоэрозийную функцию.

В условиях лесостепи лесные биогеоценозы склоновых земель характеризуются богатством флористического состава, являясь местом сохранения биологического разнообразия растений [18, 19]. Увеличение техногенной нагрузки на природные экосистемы региона требует организации комплексного мониторинга за состоянием защитных лесов по оценке влияния экстремальных погодных условий и антропогенного фактора на их устойчивость. При оценке ландшафтной структуры территории, ее эрозийности, рельефа местности, состояния склоновых ландшафтов, разработке противоэрозийных мероприятий проводят комплексные изыскания с использованием данных наземного обследования территорий и космических снимков [20].

В сформировавшихся экосистемах древесные и кустарниковые растения формируют разветвленную корневую систему, развитую крону, под пологом древостоя образуется более устоявшаяся лесная подстилка. Результаты исследований показывают, что защитные лесные насаждения на деградированных, склоновых землях начинают эффективно выполнять экологические функции через 17...20 лет после посадки. По мере увеличения крутизны склонов возрастает почвозащитная, водоохранная роль лесных насаждений. Мероприятия по защите почв от ветровой и водной эрозии предусматривают создание завершенной системы агролесомелиорации района в виде лесных полос и небольших массивов в комплексе с гидротехническими сооружениями, распылителями стока.

Эффективен комплекс природоохранных мероприятий по сохранению разнообразия и устойчивости лесной растительности. Организация лесоводственного ухода за созданными культурами обеспечивает формирование устойчивого древостоя, способствует развитию подроста и подлеска, живого напочвенного покрова. Важны

санитарные рубки в деградирующих насаждениях с отбором сухостойных, усыхающих, зараженных болезнями и вредителями деревьев. В защитном лесоразведении для повышения приживаемости, лучшего роста сеянцев и саженцев, после посева или посадки культур до смыкания полога проводят агротехнические уходы. При лесомелиоративных работах эффективно пользоваться почвенными картами.

Устойчивое функционирование лесомелиоративных насаждений требует организации противопожарных мероприятий. Охрана ценных защитных лесов особенно важна в хвойных насаждениях из сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы сибирской, созданных сплошными культурами на эродированных землях и характеризующихся высоким классом пожароопасности. Снижение пожарной опасности в фитоценозах достигается увеличением доли равномерно размещенных лиственных пород (березы, дуба, липы), введением лиственных пород в качестве подпологовых культур. Регулирование рекреационной нагрузки в защитных лесах сохраняет продуктивность и разнообразие растительности.

## Выводы

Искусственные защитные лесные насаждения склоновых ландшафтов характеризуются хорошим санитарным состоянием. В насаждениях всех ПП абсолютно преобладают деревья без признаков ослабления. Последствия засухи 2010 года явно не отразились на состоянии лесомелиоративных насаждений Восточного Закамья, образованных как из хвойных, так и из лиственных пород.

Применение террасирования на склоновых землях позволяет создавать лесные насаждения с высокой приживаемостью. На более крутых склонах целесообразны фитоценозы из лиственницы сибирской, березы повислой и тополя гибрид-38. Проектирование защитных лесных насаждений с учетом почвенно-грунтовых условий произрастания, внедрение под полог древостоев кустарниковых пород, качественная подготовка почвы, своевременное проведение рубок ухода, регулирование густоты деревьев способствуют повышению их устойчивости. Показатели характеристики созданных лесонасаждений свидетельствуют о высокой их продуктивности, перспективности защитного лесоразведения в условиях лесостепи Восточного Закамья. Учитывая высокое экологическое и лесохозяйственное значение формируемых лесных биогеоценозов, следует продолжить научные изыскания в защитных лесах региона с обследованием на зараженность фитоценозов грибными болезнями и энтомовредителями.

## Список литературы

- [1] Родин, А.Р., Родин С.А. Лесомелиорация ландшафтов. М.: МГУЛ, 2007. 165 с.
- [2] Шакиров Ф.Х., Ильязов Р.Г., Зайсанов Р.Р., Шакиров А.Ф. Агрорландшафтное землеустройство / под ред. Шакирова Ф.Х. Казань: Фэн АН РТ, 2004. 244 с.
- [3] Гаянов А.Г. Леса и лесное хозяйство Татарстана. Казань: Идел-Пресс, 2001. 240 с.
- [4] Калининченко Н.П., Зыков И.Г. Противоэрозионная лесомелиорация. М.: Агропромиздат, 1986. 276 с.
- [5] Ермолаев О.П., Игонин М.Е., Бубнов А.Ю., Павлова С.В. Ландшафты Республики Татарстан. Региональный ландшафтно-экологический анализ / под ред. О.П. Ермолаева. Казань: Слово, 2007. 411 с.
- [6] Ульданова Р.А., Сабиров А.Т. Биогеоэкологические исследования в прибрежных лесах // Леса Евразии — Леса Поволжья: материалы XVII Международ. конф. молодых ученых, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, 95-летию Казанского государственного аграрного университета и году экологии в России. Казань, 22–28 октября 2017 г. М.: Маска, 2017. С. 172–175.
- [7] Сабиров, А.Т., Галиуллин И.Р., Хузинов Р.Ф., Глушко С.Г. Рекомендации по созданию защитных лесных насаждений в агроландшафтах Предкамья Республики Татарстан. Казань: Казанский ГАУ, 2009. 38 с.
- [8] Колесниченко М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства. М.: Колос, 1981. 335 с.
- [9] Черных В.Л., Попова А.В., Черных Д.В. Таксация леса: практикум / под ред. В.Л. Черных. Йошкар-Ола: Поволжский ГТУ, 2013. 212 с.
- [10] Колбовский Е.Ю. Ландшафтоведение: М.: Академия, 2007. 480 с.
- [11] Санитарные правила в лесах Российской Федерации. Положение о государственной охране Российской Федерации. СПб.: ДЕАН, 2006. 48 с.
- [12] Мерзленко М.Д. Лесокультурная оценка эдафической сетки // Леса Евразии — Сербские леса: Материалы XVIII Международ. конф. молодых ученых, посвященной акад., проф. Жарку Милетичу (1891–1968), Белград, 23–29 сентября 2018 г. Белград: Лесной факультет Белградского университета. 2019. С. 174–177. URL: [http://lesaevrasii.ru/content/uploads/oficialnye-dokumenty/sbornik\\_le\\_2018.pdf](http://lesaevrasii.ru/content/uploads/oficialnye-dokumenty/sbornik_le_2018.pdf) (дата обращения 08.10.2019).
- [13] Каштанов А.Н., Явтушенко В.Е. Агроэкология почв склонов. М.: Колос, 1997. 240 с.
- [14] Галиуллина Э.В., Галиуллин И.Р., Ульданова Р.А., Сабиров А.Т. Состояние защитных лесных насаждений в разных почвенных условиях Закамья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. № 2 (49). 2018. С. 32–36.
- [15] Редько Г.И., Мерзленко М.Д., Бабич Н.А., Данилов Ю.Н. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учебник. М.: Академия, 2008. 393 с.
- [16] Мельник П.Г. Лиственница в географических культурах Щелковского лесхоза Московской области // Лиственничные леса Архангельской области, их использование и воспроизводство: Материалы регионального рабочего совещания. Архангельск, 2002. С. 86–88.
- [17] Мерзленко М.Д., Бабич Н.А. Теория и практика искусственного лесовосстановления. Архангельск: САФУ, 2011. 239 с.
- [18] Галиуллина Э.В., Сабиров А.Т. Разнообразие почв и лесной растительности склоновых ландшафтов лесоразведения

- степи Закамья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. № 2 (49). 2018. С. 27–31.
- [19] Пуряев А.С., Сабиров А.Т. Состояние лесных фитоценозов на склоновых землях Предволжья // Молодые ученые — агропромышленному комплексу: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, Казань, 6–7 апреля 2004 г. Казань: Фэн АН РТ, 2004. С. 99–103.
- [20] Сабиров, А.Т., Капитов В.Д., Галиуллин И.Р., Кокутин С.Н. Основы экологического мониторинга природных ландшафтов: учеб. пособие. Казань: Казанский ГАУ, 2009. 68 с.

## Сведения об авторах

**Галиуллина Эндже Вакифовна** — соискатель ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Ifir.79@mail.ru

**Галиуллин Ильфир Равилович** — канд. с.-х. наук, доцент ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Ifir.79@mail.ru

**Ульданова Раиля Анасовна** — канд. с.-х. наук, ученый секретарь Института проблем экологии и недропользования Академии Наук Республики Татарстан, piramidka88@mail.ru

**Сабиров Айрат Тагирзянович** — д-р биол. наук, профессор ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», Tasat@list.ru.

Поступила в редакцию 18.10.2019.

Принята к публикации 25.01.2020.

## OPTIMIZATION OF PROTECTIVE FOREST PRODUCTION ON SLOPE LANDSCAPES IN EAST ZAKAM REGION

E.V. Galiullina<sup>1</sup>, I.R. Galiullin<sup>1</sup>, R.A. Uldanova<sup>2</sup>, A.T. Sabirov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazan State Agrarian University, 65, K. Marx st., 420015, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

<sup>2</sup>Institute of Ecology and Subsoil Use Problems of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, 28, Daurian st., 420087, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia

tasat@list.ru

Based on the study of the productivity and sanitary condition of protective forest stands 13–17 years old of the East Zakamye of the Republic of Tatarstan, ways of optimizing afforestation on sloping landscapes are determined. Under the canopy of forest phytocenoses of the Almetyevsk municipal district, rendzins, gray forest, and brown-brown forest soils are distinguished. Pine, spruce, birch, poplar and forest reclamation plantations, pure and mixed in composition, were studied. The taxation indicators of the stands are determined, the features of the distribution of trees by state categories are revealed. The type of forest growing conditions on the studied ecosystems is fresh oak grove (D<sub>2</sub>), less commonly, fresh complex suborye (C<sub>2</sub>). Reclamation plantations from European spruce, Scots pine, Siberian larch on soils with a developed profile are distinguished by a high proportion of healthy trees. Pine phytocenoses created on stony soils of sloping lands are less stable. Deciduous protective stands from poplar hybrid-38 and hanging birch, formed on brownish brown forest loamy soils, have high survival rate and productivity (class I bonitet). The resistance of mixed grass birch growing on lendzin heavy-loamy leached on stony calcareous rocks decreases: the number of weakened and heavily weakened trees increases to 12,2 and 7,9 %, respectively. In protective plantations, the content of trees without signs of weakening is 70,5–90,3 %. Designed forest stands are given depending on the soil conditions for afforestation of eroded lands and steep slopes. It is advisable to create mixed and complex forest plantations, with the introduction of shrub plants that increase the soil-protective role of forest phytocenoses. A set of environmental measures is effective to preserve the diversity and sustainability of forest vegetation: thinning of plantations, regulation of the recreational load in protective forests, forest cultivation, fire fighting, protection of forests from diseases, pests.

**Keywords:** East Zakamye, slope landscapes, protective afforestation, sanitary state of trees, soil growing conditions, environmental measures

**Suggested citation:** Galiullina E.V., Galiullin I.R., Uldanova R.A., Sabirov A.T. *Optimizatsiya zashchitnogo lesorazvedeniya na sklonovykh landshaftakh Vostochnogo Zakam'ya* [Optimization of protective forest production on slope landscapes in East Zakam region]. *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 3, pp. 45–52. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-3-45-52

## References

- [1] Rodin A.R., Rodin S.A. *Lesomelioratsiya landshavtov* [Lesomelioration of landscapes]. Moscow: MSFU, 2007, 165 p.
- [2] Shakirov F.Kh., Il'yazov R.G., Zaysanov R.R., Shakirov A.F. *Agrolandshaftnoe zemleustroystvo* [Agrolandscape land management]. Ed. F.Kh. Shakirov. Kazan': Fe'n AN RT, 2004, 244 p.
- [3] Gayanov A.G. *Lesy i lesnoye khozyaystvo Tatarstana* [Forests and forestry of Tatarstan]. Kazan': Idel-Press, 2001, 240 p.

- [4] Kalinichenko N.P., Zykov I.G. *Protivoerozionnaya lesomelioratsiya* [Antierosion forest reclamation]. Moscow: Agropromizdat, 1986, 276 p.
- [5] Ermolaev O.P., Igonin M.E., Bubnov A.Yu., Pavlova S.V. *Landshafty Respubliki Tatarstan. Regional'nyy landshaftno-ekologicheskyy analiz* [Landscapes of the Republic of Tatarstan. Regional landscape-ecological analysis]. Ed. O.P. Ermolaev. Kazan': Slovo, 2007, 411 p.
- [6] Ul'danova R.A., Sabirov A.T. *Biogeotsenologicheskie issledovaniya v pribrezhnykh lesakh* [Biogeocenological studies in coastal forests]. *Lesa Evrazii — lesa Povolzh'ya: materialy XVII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy 150-letiyu so dnya rozhdeniya professora G.F. Morozova, 95-letiyu Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta i godu ekologii v Rossii* [Eurasian forests — Volga forests: proceedings of the XVII International Conference of Young Scientists dedicated to the 150th birthday of Professor G.F. Morozov, the 95th anniversary of Kazan State Agrarian University and the year of ecology in Russia]. Moscow: Maska, 2017, pp. 172–175.
- [7] Sabirov A.T., Galiullin I.R., Khuziev R.F., Glushko S.G. *Rekomendatsii po sozdaniyu zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v agrolandshaftakh Predkam'ya Respubliki Tatarstan* [Recommendations on the creation of protective forest stands in the agrolandscapes of the Pre-Kama Republic of the Republic of Tatarstan]. Kazan': KGAU, 2009, 38 p.
- [8] Kolesnichenko M.V. *Lesomelioratsiya s osnovami lesovodstva* [Land reclamation with the basics of forestry]. Moscow: Kolos, 1981, 335 p.
- [9] Chernykh V.L., Popova A.V., Chernykh D.V. *Taksatsiya lesa: praktikum* [Forest taxation: workshop]. Ed. V.L. Chernykh. Yoshkar-Ola: Povolzhskiy GTU, 2013, 212 p.
- [10] Kolbovskiy E.Yu. *Landshaftovedenie* [Landscaping]. Moscow: Akademiya, 2007. 480 p.
- [11] *Sanitarnye pravila v lesakh Rossiyskoy Federatsii. Polozhenie o gosudarstvennoy okhrane Rossiyskoy Federatsii* [Sanitary rules in the forests of the Russian Federation. Regulation on state forest guard of the Russian Federation]. St. Petersburg: DEAN, 2006, 48 p.
- [12] Merzlenko M.D. *Leskul'turnaya otsenka edaficheskoy setki* [Forest cultural assessment of the edaphic netting] // *Lesa Evrazii— Serbskie lesa: Materialy XVIII Mezhdunarodnoy konferentsii molodykh uchenykh, posvyashchennoy akademiku professoru Zharku Miletichu (1891–1968)* [Forests of Eurasia — Serbian Forests: Materials of the XVIII International Conference of Young Scientists Dedicated to the Academician Professor Zhark Miletich (1891–1968)], Belgrad, 23–29, September 2018. Belgrad: University of Belgrade, Faculty of Forestry, 2019, pp. 174–177. Available at: [http://lesaevrasii.ru/content/uploads/officialnye-dokumenty/sbornik\\_le\\_2018.pdf](http://lesaevrasii.ru/content/uploads/officialnye-dokumenty/sbornik_le_2018.pdf) (accessed 08.10.2019).
- [13] Kashtanov A.N., Yavtushenko V.E. *Agroekologiya pochv sklonov* [Agroecology of slope soils]. Moscow: Kolos, 1997, 240 p.
- [14] Galiullina E.V., Galiullin I.R., Ul'danova R.A., Sabirov A.T. *Sostoyanie zashchitnykh lesnykh nasazhdeniy v raznykh pochvennykh usloviyakh Zakam'ya* [The state of protective forest stands in different soil conditions of Zakamye]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Kazan State Agrarian University], 2018, no. 2 (49), pp. 32–36.
- [15] Red'ko G.I., Merzlenko M.D., Babich N.A., Danilov Yu.N. *Lesnye kul'tury i zashchitnoe lesorazvedenie* [Forest cultures and protective afforestation]. Moscow: Akademiya, 2008, 393 p.
- [16] Mel'nik P.G. *Listvennitsa v geograficheskikh kul'turakh Shchelkovskogo leskhoza Moskovskoy oblasti* [Larch in the geographical cultures of the Shchelkovo forestry in the Moscow region] *Listvennichnye lesa Arkhangel'skoy oblasti, ikh ispol'zovanie i vosproizvodstvo. Regional'noe rabochee soveshchanie*. Arkhangel'sk: AGTU, 2002, pp. 86–88.
- [17] Merzlenko M.D., Babich N.A. *Teoriya i praktika iskusstvennogo lesovosstanovleniya* [Theory and practice of artificial reforestation]. Arkhangel'sk: SAFU, 2011, 239 p.
- [18] Galiullina E.V., Sabirov A.T. *Raznoobrazie pochv i lesnoy rastitel'nosti sklonovykh landshaftov lesostepi Zakam'ya* [Variety of soils and forest vegetation of the slope landscapes of the Zakamye forest-steppe]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Kazan State Agrarian University], 2018, no. 2 (49), pp. 27–31.
- [19] Puryaev A.S., Sabirov A.T. *Sostoyanie lesnykh fitotsenozov na sklonovykh zemlyakh Predvolzh'ya* [State of Forest Phytocenoses on the Slope Lands of the Pre-Volga Region]. *Molodye uchenye — agropromyshlennomu kompleksu: Vserossiysk. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh* [Young Scientists for the Agro-Industrial Complex. All-Russian scientific-practical conf. young scientists]. Kazan': Fe'n AN RT, 2004, pp. 99–103.
- [20] Sabirov A.T., Kapitov V.D., Galiullin I.R., Kokutin S.N. *Osnovy ekologicheskogo monitoringa prirodnykh landshaftov* [Fundamentals of ecological monitoring of natural landscapes]. Kazan': KGAU, 2009, 68 p.

## Authors' information

**Galiullina Endzhe Vakifovna** — Applicant of the Kazan State Agrarian University, Ilfir.79@mail.ru

**Galiullin Ilfir Ravilovich** — Cand. Sci. (Agriculture), Senior Lecturer of the Kazan State Agrarian University, Ilfir.79@mail.ru

**Uldanova Raila Anasovna** — Cand. Sci. (Agriculture), Scientific Secretary of the Institute of Ecology and Subsoil Use of the Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan, piramidka88@mail.ru

**Sabirov Airat Tagirzyanovich** — Dr. Sci. (Biology), Professor of the Kazan State Agrarian University, Tasat@list.ru.

Received 18.10.2019.

Accepted for publication 25.01.2020.