

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**НАУЧНЫЕ ИННОВАЦИИ  
В РАЗВИТИИ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ**

Материалы Национальной научно-практической конференции,  
посвященной 20-летию лесохозяйственного факультета

*2–3 декабря 2020 года  
г. Ижевск*

Ижевск  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА  
2021

УДК 630\*:001.895(06)  
ББК 43я43  
Н 34

Н 34      **Научные** инновации в развитии лесной отрасли: материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 20-летию лесохозяйственного факультета, 2–3 декабря 2020 г., г. Ижевск. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021. – 172 с.

ISBN 978-5-9620-0384-9

В сборнике представлены статьи российских и зарубежных ученых, отражающие результаты научных исследований в лесной отрасли.

Предназначен для студентов, аспирантов, преподавателей сельскохозяйственных вузов, работников научно-исследовательских учреждений и специалистов лесохозяйственного комплекса.

ISBN 978-5-9620-0384-9

УДК 630\*:001.895(06)  
ББК 43я43

© ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2021  
© Авторы статей, 2021

## КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ ОБРАЗОВАНИЯ И СТАНОВЛЕНИЯ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ФАКУЛЬТЕТА ИЖЕВСКОЙ ГСХА

---

« ... Создавать леса, охранять  
природу – значит охранять Родину»

*К. Г. Паустовский*

Удмуртия – край лесной. Освоение лесных богатств здесь началось с середины XVIII века, в период зарождения металлургии, железоделательных и оружейных заводов на Урале. Интенсивная эксплуатация лесов, которая сопровождалась явной диспропорцией между вырубаемыми массивами и площадями их восстановления, длилась более двух столетий. В результате доля темнохвойной тайги, которой была богата Удмуртия, уменьшилась почти вдвое, уступив место лиственным насаждениям.

В 70–80-е гг. и в последующий период XX века, благодаря предпринятым активным мерам по лесовосстановлению, процесс накопления необлесившихся вырубок или же облесившихся, но с нежелательной сменой хвойных пород на лиственные, был приостановлен. Однако необходимость в улучшении качественного состава лесов, повышения их продуктивности не утратила своей остроты. Стала ощущаться также нехватка специалистов с высшим образованием, потребность в подготовке в республике своих кадров лесохозяйственного профиля.

В 1995 г. по инициативе Ижевской государственной сельскохозяйственной академии, при активном участии Министерства лесного хозяйства Удмуртской Республики и содействии Федеральной службы лесов России на агрономическом факультете была открыта специальность «Лесное и лесопарковое хозяйство». В работе по организации и становлению новой специальности приняли непосредственное участие руководители академии и факультета ученые В. В. Фокин, А. И. Любимов, А. М. Ленточкин, Н. Г. Ефимов.

В 1996 г. была организована кафедра «Лесоводство», которую возглавила и которой руководила вплоть до реорганизации в 2006 г. Татьяна Владимировна Климачева – кандидат с.-х. наук, доцент, ранее около 20 лет проработавшая в системе лесного хозяйства. Она пришла на работу в академию с должности замести-

теля директора Ижевского опытно-показательного лесхоза. Приобретенные на производстве опыт и знания, связанные с повышением продуктивности лесов, помогли ей в дальнейшей научной работе и преподавании учебных дисциплин лесного профиля. Будучи заведующей кафедрой, она при поддержке ректората смогла привлечь из штата академии, а также со стороны, в том числе из других вузов, опытных специалистов и преподавателей. В разное время на кафедре работали доценты Н. Г. Ефимов, А. М. Вяткин, Н. И. Невзоров, старшие преподаватели П. А. Артемьев, С. В. Украинцев, А. А. Невзорова и другие.

В становлении кафедры большую роль сыграли творческие связи с родственными учебными заведениями, прежде всего с кафедрой «Лесоводство и подсочка леса» Московского государственного университета леса, с которой был заключен договор о сотрудничестве. Лекции по специальным учебным дисциплинам читали также работники производства, члены технического совета управления лесами Удмуртской Республики А. А. Петров, В. Б. Мурзанаев, Е. Е. Семеновых, А. И. Черенков. В течение ряда лет с кафедрой сотрудничали известные учёные, доктора наук, профессора И. А. Алексеев и П. А. Соколов (МарГТУ), А. К. Касимов (ПермГУ), Н. И. Невзоров (ИжГТУ).

В период становления и развития кафедры, а впоследствии на её базе – лесохозяйственного факультета академии – через издательские отделы, типографии и родственные ведущие лесные вузы страны, а также через учебно-методическое объединение (УМО) было организовано регулярное обеспечение учебной литературой. Преподаватели участвовали в проводившихся по линии Минлесхоза УР конференциях и семинарах, выступали в средствах массовой информации.

Большое внимание уделялось организации и совершенствованию учебного процесса, созданию филиалов, формированию материальной базы, разрабатывались учебные планы и программы по всем дисциплинам. Были изданы методические пособия по прохождению студентами учебных, производственных и преддипломных практик. Составлены руководства и указания для проведения лабораторных и практических аудиторных занятий, расчётно-графических работ, курсовому и дипломному проектированию и т.д.

Следует отметить, что при объявлении в 1995 г. первого набора студентов у инициаторов открытия новой специальности были

опасения о возможной недостаточной её востребованности и отсутствии конкурса среди поступающих. Однако реальный результат опроверг их – в первый и все последующие годы конкурсный показатель не опускался ниже трех человек на одно место, а проходной балл (при трёх вступительных экзаменах) – ниже 14,5.

Наряду с педагогической деятельностью преподаватели занимались научно-исследовательской работой, охватывающей широкий круг вопросов по поиску путей и методов повышения продуктивности лесов республики. Основные из них:

- анализ состояния и улучшение качественного состава насаждений Удмуртии;
- лесоводственно-экологические исследования как основа мониторинга лесных ресурсов региона;
- оценка рекреационного потенциала лесов, пути его повышения и оптимизации использования;
- формирование ельников Удмуртии с сохранением подроста предварительной генерации;
- сравнительная производительность сосны и ели в почвенно-гидрологических условиях зоны смешанных лесов юга республики;
- влияние рубок ухода на фитопатологическое состояние ельников Волго-Вятского региона;
- влияние осушительной мелиорации на производительность еловых лесов Удмуртии.

По результатам научного поиска и исследований успешно защитили кандидатские диссертации Р. Р. Абсалямов (2001 г.), С. Ю. Бердинских (2002 г.), Н. М. Итешина (2004 г.), В. В. Ладыгин (2005 г.), Н. Ю. Сунцова (2006 г.) и др.

Первый выпуск инженеров лесного хозяйства на агрономическом факультете по кафедре «Лесоводство» состоялся в 2000 г. Большинство выпускников получили направление на работу в лесхозы Удмуртии на должности лесничих, помощников лесничих и мастеров леса.

В том же году новая для академии специальность прошла первую государственную аттестацию, в результате были созданы ещё три кафедры: «Лесоустройство и таксация леса», «Лесные культуры», «Экология и защита леса». Их возглавили доктора наук П. А. Соколов, А. К. Касимов и кандидат наук А. С. Кольцов. В сентябре 2000 г. на базе четырёх кафедр при академии был открыт лесохозяйственный факультет, первым деканом которого

(и поныне бессменным) была назначена, а впоследствии избрана профессор, кандидат с.-х. наук Татьяна Александровна Строт.

В результате реорганизации в целях укрупнения и упорядочения штата преподавателей и учебно-вспомогательного персонала в 2003 г. были основаны три кафедры: «Лесоводство», «Лесные культуры», «Лесоустройство и экология», а с сентября 2006 г. – после повторной реорганизации лесохозяйственного факультета – учебный процесс осуществляют две кафедры: «Лесоводство и лесные культуры» (завкафедрой д-р с.-х. наук, профессор А. К. Касимов), с 2016 г. – канд. с.-х. наук, доцент Н. М. Итешина и «Лесоустройство и экология» (завкафедрой д-р с.-х. наук, профессор П. А. Соколов), с 2009 г. – канд. с.-х. наук А. А. Петров, с 2016 г. – канд. с.-х. наук, доцент Р. Р. Абсалямов.

Кафедры продолжают поддерживать и развивать традиции, существовавшие ранее в коллективах двух базовых подразделений. В одном из них – на кафедре «Лесные культуры» – в трудное время её становления работали в штате или по совместительству и внесли свой вклад в организацию учебного процесса профессионально подготовленные учёные и преподаватели Т. А. Бабайцева, А. М. Ленточкин, В. И. Макаров, А. С. Машевский, В. В. Преснухин, Е. В. Соколова, А. В. Фёдоров, В. В. Шпагина.

В настоящее время кафедрами организован учебный процесс по двум направлениям бакалавриата; «Лесное дело» и «Землеустройство и кадастры», а также по двум направлениям магистратуры – «Лесное дело», «Ландшафтная архитектура» и двум профилям аспирантуры по направлению 35.06.02 «Лесное хозяйство».

На кафедрах расширилась тематика научных исследований и кроме ранее отмеченных изучаются следующие проблемы:

- искусственного и естественного лесовосстановления по интенсивным технологиям в таёжном Предуралье;
- лесной рекультивации и оптимизации ландшафтов на полигонах нефтедобычи, торфоразработок и открытой (карьерной) добычи полезных ископаемых в речных долинах и на террасах;
- экологии восстановительных процессов почвенного и растительного покровов в условиях нарушенных земель;
- выращивания дендрофлоры в условиях контролируемого эксперимента в микроделяночных опытах на лесном питомнике;
- плантационного выращивания клюквы (крупноплодной) в условиях заболоченных лесных земель и болот УР;

- выращивания посадочного материала для зелёного строительства в условиях УР;
- научного обоснования способов лесовосстановления, типов лесных культур и агротехнических приёмов их создания и выращивания;
- этноботанического и этноэкологического использования растений в различных аспектах жизни аборигенного народонаселения Вятско-Камского Предуралья.

По приведенным направлениям и темам НИР готовятся кандидатские диссертации аспирантами и соискателями кафедры. В виде научных изданий публикуются монографии, печатаются статьи, проводятся научные конференции студентов и преподавателей, конкурсы лучших студенческих работ, инновационных проектов учёных на республиканском, региональном и всероссийском уровнях.

Завершая краткую историю факультета, его базовых подразделений, отметим, что коллектив, ныне состоящий из преданных своему делу ответственных преподавателей и учебно-вспомогательного персонала, имеет большие перспективы для своего профессионального и творческого роста на поприще образования и науки, подготовки специалистов по одной из замечательных профессий – лесоводов, хранителей и созидателей зелёной нивы планеты и ее родникового края – Удмуртии.

## 20-летию лесохозяйственного факультета посвящается

Есть факультет Лесной. Открыт он  
В начале века. Дальше речь  
На веб-странице. Загляните,  
Чтоб информацию извлечь.

Кто не ленив и любопытен,  
Его историю найдет.  
И в интернете как открытие  
В копилку знаний обретет.

Про альма-матер и обитель  
Студенчества. Там всяк готов  
Сказать: «Я – будущий строитель  
Тенистых парков, рощ, садов».

Лесных готовил инженеров  
В один этап – специалитет.  
Но годы шли, сменялось время,  
Стал двухэтапным факультет.

Понятна тех времен превратность.  
Не прекословим, право, ей.  
Девиз был: «В обновленьи знатность,  
И чем новее, тем знатней».

Ученый-лесовод. Лесничий.  
О нем немало небылиц,  
Ошибочных и нелогичных,  
Не знающих всей правды лиц.

Его ругают, редко хвалят.  
Насочинят, как ни о ком.  
Без оснований сопоставят  
С нелестным книжным «Бирюком».

Иной невежа в дреме сладкой  
Мечтает: «Вот же благодать:  
Труд на природе, без опаски.  
Лесник – бездельнику под стать».



Что ж, в самом деле? Смотрим ниже.  
Знакомьтесь без обиняков  
С профессией лесной или же  
С судьбой ЛХ выпускников.

Известно то и как реальность:  
Лесное дело, лесовод –  
Так многогранна специальность,  
Разнообразен круг забот.

Таксатор, лесоустроитель,  
Картограф и геодезист.  
«Лесного кодекса» блюститель,  
Лесных законов, как юрист.

Он визажист лесных участков,  
Садов и парков топ-стилист.  
В лесных питомниках, на грядках,  
В посадках – лесокультурист.

Летнаб как летчик-наблюдатель,  
Он информатор и связист.  
В больших лесах – их врачеватель,  
В горящих – страж-парашютист.

Быть может землеустроитель,  
ЛХ осилив факультет.  
Земли, как святости, хранитель  
От расточительства, от бед.

Куратор будущих проектов,  
Инспектор как кадастровик.  
Земли ландшафтный архитектор,  
Ответственный за суть и лик.

Случается – он воспитатель  
Студентов. А как аспирант  
«Сияющих вершин» старатель  
В науках. Глядь – уж кандидат!

Тернист тот путь и «каменистый»,  
Дорога в гору нелегка.

Но кто исследователь истин,  
Тот доктор уж наверняка.

Наш экскурс близок к завершенью.  
Мы были кратки, как могли.  
Хотим узнать и ваше мнение.  
Вы с интересом все прочли?

Бирюк лесник иль созидатель,  
Как честный труженик Земли.  
Кто он? Скажите же, читатель.  
Каков итог? К чему пришли?

*доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор А. К. Касимов  
ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

**С. Л. Абсалямова**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **ИЗУЧЕНИЕ ЗАПАСА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В ГРАХОВСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Исследования проводились в преобладающем типе леса, в пределах которого все выделы группировались по возрастным категориям преобладающей породы. Каждая отобранная группа выделов обследуется визуально и намечаются учетные выделы, где закладываются круговые пробные площади постоянного радиуса, на основании полученных данных находится биологический запас.

Лекарственные растения – это растения, которые обладают лечебными свойствами и используются в медицине для лечения. В современном мире насчитывается большое количество таких растений. Спектр их применения обширен [1, 3, 6].

При исследовании были заложены круговые пробные площади в преобладающем типе леса  $E_{kc}$  (ельник кисличник) в трех группах возраста: молодняки, средневозрастные и спелые в разнополнотных древостоях.

Для данного исследования были выбраны следующие лекарственные растения:

– копытень европейский (*asarum europaeum*), семейство кирказоновые *aristolochiaceae*. Сбор листьев проводят во время цветения. Растение оказывает рвотное, отхаркивающее, жаропонижающее, ранозаживляющее, противовоспалительное, кровоостанавливающее, слабительное и мочегонное действия;

– кислица обыкновенная (*oxalis acetosella*), семейство кисличные *oxalidaceae*. Сбор листьев проводят весной. Употребляют как желчегонное, мочегонное, противовоспалительное, регулирующее пищеварение средство;

– сныть обыкновенная (*aegopodium podagraria*), семейство зонтичные *apiaceae*. Листья собирают весной, сразу после появления ростков. Настой надземной части как противовоспалительное, мягчительное, мочегонное и ранозаживляющее средство;

– земляника лесная (*fragaria vesca*), семейство розовые *rosaceae*. Листья собирают в конце мая – начале июня. Листья растения обладают мягким мочегонным, противомикробным и кро-

востанавливающим свойством, очень хорошо для профилактики мочекаменной и желчнокаменной болезни;

– папоротник обыкновенный (*pteridium aquilinum*), семейство деннштедтиевые dennstaedtiaceae. Растение считается ядовитым, но в малых количествах используют как глистогонное. Заготавливаю сразу же после распускания листьев;

– чистотел большой (*chelidonium majus*), семейство маковые ranunculaceae. Широко используется в народной медицине при кожных заболеваниях, ревматизме, болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, неврозах, опухолях [7].

Собранные лекарственные растения сушат в сушилках, в тени и на чердаках. Из них изготавливают различные мази, порошки, настойки, отвары, бальзамы. Заготовка лекарственных растений разрешается в объемах, обеспечивающих своевременное восстановление растений и воспроизводство запасов сырья. На основании полученных данных на учетных площадках мы находим биологический запас лекарственного сырья. Биологический запас растений – это величина сырьевой фитомассы, включая все ее составляемые части: молодые, неплодоносящие всходы, поврежденные экземпляры на заготавливаемом участке. В растениях биологически активные вещества содержатся в небольших количествах и распределены не одинаково в разных его частях.

Расчет биологического запаса лекарственного сырья в Граховском лесничестве Удмуртской Республики представлен в таблице 1.

Исследованные результаты свидетельствуют о том, что наибольший биологический запас лекарственного сырья на 1 га в спелых насаждениях составил 40,0 %, а наименьший в молодняках – 23,7 %.

Таблица 1 – Расчет биологического запаса лекарственного сырья в Граховском лесничестве Удмуртской Республики

Вид растения	Группа возраста	Запас		
		на ПП, кг	на 1 га, кг	на площади лесничества, т.
Кислица обыкновенная	молодняки	3	50	71,2
Копытень европейский		3,8	112,7	133,8
Чистотел большой		5,4	179	185,3
Земляника лесная		1	14,1	20,1
Папоротник обыкновенный		6,9	109,8	131,3
Сныть обыкновенная		4,9	113,9	139,7
Всего				579,5

Вид растения	Группа возраста	Запас		
		на ПП, кг	на 1 га, кг	на площади лесничества, т.
Кислица обыкновенная	средневоз- растные	97,2	112,8	97,2
Копытень европейский		231,3	266,5	231,3
Чистотел большой		158,5	180,1	158,5
Земляника лесная		43,1	56,8	43,1
Папоротник обыкновенный		260	245,9	260
Сныть обыкновенная		191,6	202,1	191,6
Всего		–	1064,2	981,7
Кислица обыкновенная	спелые	3,9	113,3	125
Копытень европейский		9,3	259,2	250,6
Чистотел большой		9,6	230,3	251,9
Земляника лесная		2,1	46,9	60,4
Папоротник обыкновенный		9,7	273	258,5
Сныть обыкновенная		9,2	167,6	188,6
Всего		–	1090,3	1135
Итого	–	2684	2726,9	

Последующий сбор сырья в этом же месте разрешается только лишь после полного восстановления запасов собранного типа растений.

При отсутствии информации о повторной заготовке сырья рекомендуется воспользоваться следующим: заготовка соцветий и надземных органов однолетних растений проводится на одной заросли один раз в два года; надземных органов многолетних растений – 4–6 лет, подземных органов большинства видов лекарственных растений – не чаще одного раза в 15–20 лет [2, 4, 6].

При сборе лекарственных растений необходимо придерживаться правил охраны растений и чередовать участки, на которых осуществляется сбор лекарственного сырья. Также необходимо оставлять часть растений на участке для того, чтобы происходило восстановление зарослей.

Нужно особенно аккуратно относиться к заготовке корней и корневищ, так как неограниченный сбор этих органов может привести к вымиранию данного вида лекарственного сырья. В настоящее время главной задачей является разработка методов учета, оценки запасов лекарственного сырья [1, 4].

### Список литературы

1. Абсалямова, С. Л. Лекарственные и пищевые растения: учеб. пособ., курс лекций / С. Л. Абсалямова, Д. А. Поздеев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2012.
2. Воеводина, К. И. Проблемы и перспективы использования недревесных ресурсов леса / К. И. Воеводина, Р. Р. Абсалямов, С. Л. Абсалямова // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. Науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2018. – С. 155–158.
3. Корепанов, Д. А. Недревесные ресурсы леса Удмуртской Республики: моногр. / Д. А. Корепанов, Р. Р. Абсалямов, С. Л. Абсалямова, Н. К. Альков, В. С. Украинцев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2008.
4. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 5 декабря 2011 г. № 511 «Правила заготовки пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений» [Электронный ресурс]. – М.: Консультант Плюс, 2020. (дата обращения: 17.11.2020 г.)
5. Светлакова, О. А. Методики определения урожайности недревесных лесных ресурсов / О. А. Светлакова // Теория и практика – устойчивому развитию агропромышленного комплекса: м-лы Всеросс. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2015. – С. 233–236.
6. Соколов, П. А. Медоносные и лекарственные растения Удмуртской Республики: метод. основы учета и использования / П. А. Соколов, С. Л. Абсалямова, Д. А. Поздеев. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2004.
7. Травник: описание 300 лекарственных растений и способы их применения от 100 самых распространенных заболеваний / Отв. ред. А. Подоляк. – М.: Эксмо, 2015. – 895 с.

УДК 630\*231

**С. Г. Белослудцева, А. К. Касимов**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫРУБОК ПОСЛЕ СПЛОШНЫХ РУБОК**

Представлены результаты исследования естественного возобновления вырубок. Показана динамика численности жизнеспособного подростa в зависимости от типа вырубок. Приведена характеристика живого напочвенного покрова на пробных площадях.

Леса в Российской Федерации занимают более четверти мировых запасов древесной массы и выполняют важные средозащит-

ные и средообразующие функции, а также это один из ценнейших возобновляемых природных ресурсов.

Интенсивное ведение лесного хозяйства приводит к значительным нарушениям лесной экосистемы, сокращению лесных площадей. Основными причинами деградации лесных ресурсов на территории России являются промышленные рубки, лесные пожары, незаконные рубки и нелегальный оборот древесины, поражение промышленными выбросами [3, 4].

В связи с промышленным использованием лесных ресурсов, а также массовым проведением рубок лесных насаждений, актуальность способов лесовосстановления вырубок возрастает [1, 6]. Сложность восстановления вырубок заключается в проведении способов и методов рубок. При таком воздействии на естественную среду нарушаются сукцессионные процессы, что характеризуется изменением возобновительных процессов вырубок ценными древесными породами. Нередко вырубленные площади заболачиваются или задерняются, что затрудняет появление нового поколения леса, также происходит зарастание малоценными лиственными породами.

Возобновление леса естественным путем является наиболее экономичным и трудозатратным способом приумножения и сохранения лесов, которое может протекать как на вырубках, так и на гарях и под пологом леса [9]. В связи с этим изучение процессов естественного восстановления лесов приобретает еще большую значимость.

Исследования проводились в условиях Яганского лесничества Удмуртской Республики, расположенного в зоне хвойно-широколиственных лесов. Целью работы явилось изучение особенностей формирования вырубок после сплошных рубок.

С целью изучения процессов формирования типов вырубок и возобновления леса после рубок были заложены пробные площади (далее ПП) в разных типах леса. Использовались следующие исходные данные: номер квартала, состав и тип леса, количество подроста до рубки (шт/га) в разных типах леса.

Для обеспечения естественного возобновления на вырубках необходимо учитывать исходные природные условия – тип леса, в частности, обеспеченность того или иного типа леса подростом еще до рубки, и сравнить это число с нормативным показателем.

Количество подроста до рубки под пологом насаждений в разных типах леса приведено на рисунке 1.



### Количество подроста до рубки, шт./га

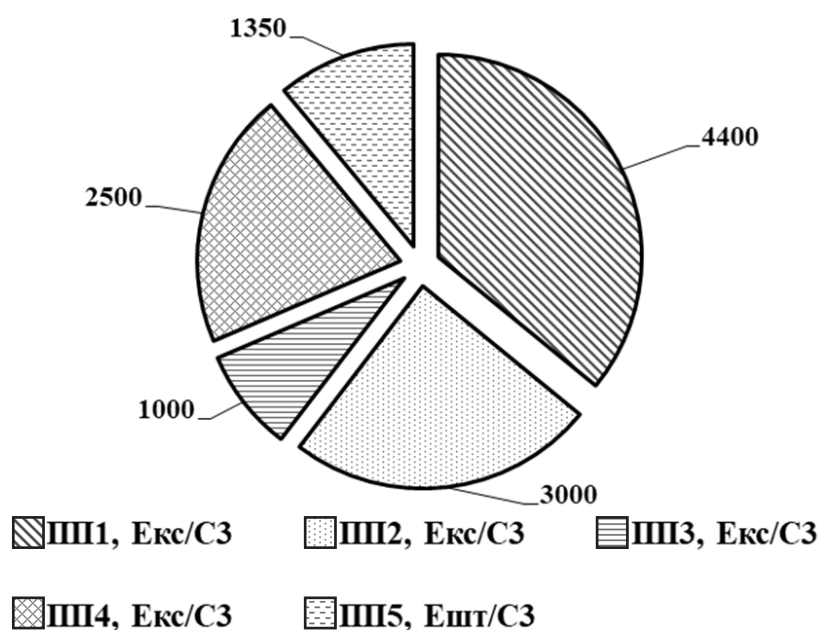


Рисунок 1 – Количество подроста до рубки

В соответствии с приведенными выше результатами, количество подроста на пробных площадях № 1, 2 и 4 до проведения лесосечных работ имелся подрост в достаточном количестве для естественного возобновления вырубок. Лишь на пробных площадях № 3 и 4 возобновление недостаточное.

По состоянию подроста можно судить о ходе естественного возобновления. Если сгруппировать приведенные выше данные по типам леса, то количество подроста в тех или иных условиях неоднородное. Даже в условиях одного типа леса ход естественного возобновления бывает различным и зависит от целого ряда факторов: наличия источников семян, количества сохранившегося после рубки и очистки лесосек жизнеспособного подроста хвойных пород, условий среды, складывающихся после рубки, технологии разработки лесосек, сезона работ, типа условий местопрорастания и других факторов. В связи с этим исследование особенностей естественного возобновления на разных типах вырубок на зонально-типологической основе не теряет своей актуальности.

На лесосеках после сплошной рубки леса резко меняется микроклимат: температура и влажность воздуха и почвы, световой и ветровой режимы. Такие изменения микроклимата отрицательно сказываются на возобновлении вырубки.

После сплошной рубки происходят изменения в окружающей среде, создаются новые лесорастительные условия, в которых проте-



кают начальные этапы возобновления леса. Если до рубки характерным показателем условий произрастания является тип леса с присутствием ему рельефом местности, почвой, древостоем, нижними ярусами леса, то после рубки из этих компонентов сохраняются только рельеф, экспозиция и почва. На процесс естественного возобновления также оказывает влияние живой напочвенный покров (далее ЖНП), подлесочные породы, что впоследствии влияет на типологию вырубок.

Характеристика ЖНП предусматривает определение общего проективного покрытия поверхности почвы травянистой и моховой растительностью в десятых долях единицы (покрытие считается сплошным при показателе 0,9–1,0; густым – 0,7–0,9; среднегустым – 0,4–0,7; редким – менее 0,4) и обилие видов растений устанавливается глазомерно по шкале Друде [8].

Для характеристики ЖНП на каждой пробной площади было заложено по 20 учетных площадок размером 1×1 м. Количество жизнеспособного подростка в разных типах вырубок представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Количество жизнеспособного подростка в разных типах вырубок

№ ПП (квартал, выдел)	Тип леса/ ТЛУ	Тип вырубки	Состав воз- обновления	Количество жизнеспособного подроста
1 (363-12)	Е <sub>кк</sub> /С <sub>3</sub>	кипрейный	6Е4П+Ос	1155
2 (368 -8)	Е <sub>кк</sub> /С <sub>3</sub>	кипрейный	8Е2П	1594
3 (365-3)	Е <sub>кк</sub> /С <sub>3</sub>	малинниковый	4П4Е2Ос	496
4 (342-6)	Е <sub>кк</sub> /С <sub>3</sub>	кипрейный	8Е2П+Б	1068
5 (364–16)	Е <sub>шт</sub> /С <sub>3</sub>	малинниковый	9Е1П+Лп+Ос	979

Количество жизнеспособного подростка в зависимости от типа вырубки также неоднородно и варьирует в пределах от 496 шт./га до 1155 шт./га. Помимо хвойных пород (ель, пихта) в составе возобновления присутствуют и лиственные породы, такие, как осина, береза.

В различных типах вырубок степень развития травяного яруса различна, соответственно, различается степень влияния на возобновление хвойных пород после рубки.

По результатам проведенных исследований в кипрейном типе вырубок преобладает кипрей узколистный (*Chamaenerion angustifolium* (L.)), проективное покрытие которого в среднем по площади составляет 70 %. Также в данном типе вырубок встречались следующие виды травяной растительности: медуница неяс-

ная (*Pulmonária obscúra*), крапива двудомная (*Urtica dioica* (L.)), копытень европейский (*Asarum europaeum* (L.)), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* (L.)), будра плющевидная *Glechoma hederacea* (L.), звездчатка злаковидная (*Stellaria graminea* (L.)), щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.)).

В малинниковом типе вырубок преобладает малина обыкновенная (*Rubus idaeus* (L.)), которая занимает в среднем 80 % площади.

На всех пробных площадях также встречаются и злаковые виды травяной растительности, в проективном покрытии занимают незначительную часть площади.

Кипрей способствует возобновлению за счет рыхления почвы и улучшения ее химизма, улучшения микроклимата. Злаковые же виды живого напочвенного покрова (вейник, мятлик, щучка, луговик и др.) почву уплотняют, иссушают, создают плотную дернину и отрицательное биохимическое поле по отношению к молодым растениям древесных пород, чем тормозят возобновление. В зимнее время травяно-кустарничковый покров задерживает снег, и его отдельные растения под тяжестью снега придавливают всходы и самосев, которые деформируются, ломаются и часто гибнут [5].

Таким образом, количество подроста заметно изменяется в зависимости от условий произрастания, климата, рельефа, почвы, травяно-кустарниковой растительности. На всех изучаемых пробных площадях имелся жизнеспособный подрост хвойных пород, представленных елью и пихтой. В кипрейном типе вырубок количество подроста варьирует от 1068 до 1594 шт./га, в малинниковом типе – от 496 до 979 шт./га.

### Список литературы

1. Анализ ведения лесного хозяйства арендатором на участках, переданных в аренду на примере ООО ТПК «Восток-Ресурс» / К. А. Мушкина, Н. М. Итешина, Р. Ф. Асадуллаев, Е. Е. Шабанова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. – С. 130–134.
2. Бурова, Н. В. Особенности естественного возобновления в ельниках черничных среднетаежной подзоны после сплошных рубок / Н. В. Бурова, Е. В. Шаврина, Е. А. Рай // Вестник Поморского университета. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. – 2011. – С. 27–31.
3. Зарубина, Л. В. Оценка естественного лесовосстановления в мелколиственных лесах севера и на вырубках из-под них / Л. В. Зарубина // Биология. – 2015. – С. 35–45.

4. Зайцева, Х. И. Роль и значение лесного комплекса в экономике РФ / Х. И. Зайцева, И. С. Зиновьева // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 7–1. – С. 132–134.
5. Итешина, Н. М. Влияние таксационных показателей материнского дре-востоя на количественные и качественные показатели подроста в условиях кислич-ного типа леса / Н. М. Итешина, Л. А. Назарова, М. В. Лесков // Научное и кадро-вое обеспечение АПК для продовольственного импортозамещения: м-лы Всеросс. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2016. – С. 194–198.
6. Итешина, Н. М. История лесовосстановления в Удмуртской Республике / Н. М. Итешина // Прикамское собрание: м-лы III Всеросс. открытого науч.-практ. форума. – Сарапул, 2019. – С. 338–342.
7. Луганский, Н. А. Лесоводство: учебник / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, В. А. Щавровский. – Екатеринбург: УГЛТА, 1996. – 320 с.
8. Плантариум [Электронный ресурс]: открытый онлайн атлас-определитель растений и лишайников России и сопредельных стран. – URL: <https://www.plantarium.ru> (дата обращения: 04.11.2020 г.).
9. Соколов, А. И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России / А. И. Соколов. – Петрозаводск, 2006.
10. Смирнов, А. П. Лесоводство: учеб. пособ. для студентов направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» / А. П. Смирнов, А. А. Смирнов. – СПб.: СПб ГЛТУ, 2016. – 120 с.

УДК 332.33:338.27

**Н. А. Бусоргина**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТА**

Рассмотрено значение прогнозирования для оптимизации использования зе-мель сельскохозяйственного назначения.

Экологическая устойчивость сельскохозяйственного ланд-шафта рассматривается как его способность поддерживать при воз-действии внешних факторов сформированную структуру и задан-ные производительные и социальные функции [1, 2, 5].

Важную роль в оптимизации аграрных ландшафтов, повышении их экологической устойчивости играет прогнозирование.

Для решения поставленной задачи применена методика, изложенная в работах В. Г. Брыжко, А. А. Пшеничникова [3, 4].

Расчеты по прогнозированию устойчивости аграрного ландшафта проводили по динамике площадей пашни и многолетних насаждений. Согласно выявленному прогнозу (рис. 1), площадь пашни будет сокращаться. На перспективу динамику изменения площади пашни можно описать функцией:

$$Y = 3352,6 X^{-0,003} . \quad (1)$$

Площадь многолетних насаждений, согласно проведенному прогнозу, будет увеличиваться (рис. 2).

Динамику изменения площади многолетних насаждений на перспективу можно описать функцией:

$$Y = 24,666 X^{0,0698} . \quad (2)$$

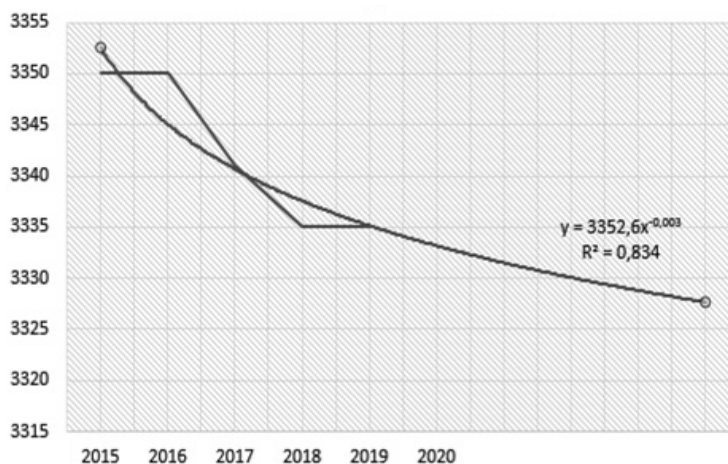


Рисунок 1 – Прогноз площади пашни в МО «Тарасовское»

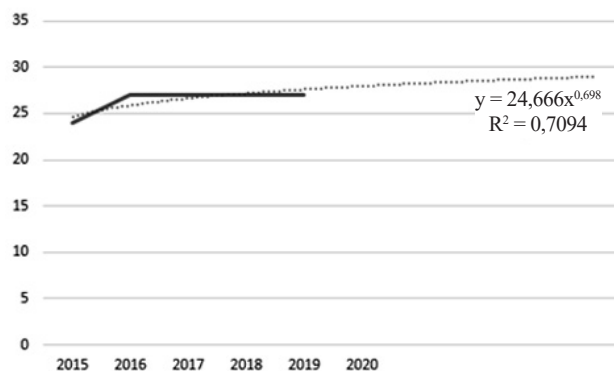


Рисунок 2 – Прогноз площади многолетних насаждений в МО «Тарасовское»

На основании проведенных исследований выявлено, что дестабилизирующим элементом агроландшафта является пашня, на долю которой приходится 89,5 % от площади земель сельскохозяйственного назначения. Для повышения экологической устойчивости аграрного ландшафта необходимо оптимизировать структуру сельскохозяйственных угодий путем увеличения на пахотных землях доли многолетних трав и провести систему лесоводственных мероприятий.

#### Список литературы

1. Черников, В. А. Агроэкология / В. А. Черников, Р. М. Алексахин, А. В. Голубев [и др.]; под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Баранов, В. А. Экологическая устойчивость и оптимизация агроландшафтов и агроэкосистем / В. А. Баранов // Агроэкология и охрана окружающей среды: м-лы Всеросс. науч.-практ. конф. – М., 2001. – С. 11–13.
3. Брыжко, В. Г. Регулирование сельскохозяйственного производства: ресурсный аспект / В. Г. Брыжко // В мире научных открытий. – 2013. – № 8.1(44). – С. 64–70.
4. Брыжко, В. Г. Прогнозирование сельскохозяйственного землепользования Пермского края / В. Г. Брыжко, А. А. Пшеничников // Сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Пермской ГСХА им. акад. Д. Н. Прянишникова. – Пермь, 2010. – Ч. 3. – С. 131–135.
5. Бусоргина, Н. А. Оценка экологической устойчивости земель с применением ГИС-технологий / Н. А. Бусоргина, Д. А. Поздеев, А. В. Дмитриев // Актуальные проблемы природообустройства: геодезия, землеустройство, кадастр и мониторинг земель: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 15–18.

УДК 630\*164.3:582.47(470.51-25)

**И. Л. Бухарина, А. С. Пашкова**  
*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ В НАСАЖДЕНИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ НА ПРИМЕРЕ Г. ИЖЕВСКА**

Изучение состояния корневых систем древесных пород, их распределение в почве в горизонтальном и вертикальном направлениях, выраженное количественными и качественными показателями в виде архитектоники, подземной фитомас-

сы, объема, поверхности, площади и корненасыщенности, дает ответ на многие вопросы, касающиеся роста и развития древесных растений. Существенное влияние на формирование корневой системы оказывают условия произрастания и видовые особенности растений.

Формирование структуры подземных органов растений в условиях техногенно-нарушенных земель изучено недостаточно. Это связано с многими факторами: с большим разнообразием экологических условий, возникающих в местах нарушения и загрязнения земель; с природой и источниками деструкции территории; климатическими условиями; составом древесно-кустарниковых пород в зеленом строительстве городов, а также с определенными методическими сложностями изучения корневой системы древесных растений [1].

При формировании искусственных насаждений сведения об особенностях корневых систем приобретают важное значение, так как на деструктивных территориях должны создаваться такие почвенно-экологические условия, которые соответствовали бы биологическим особенностям и экологическим потребностям растений с учетом зоо- и микробиоценозных компонентов в связи с их целевым назначением [2–4].

В связи с этим целью нашей работы стало охарактеризовать особенности формирования корневой системы у хвойных растений, наиболее широко используемых в озеленении города.

Изучения проведены в крупном промышленном центре Уральского региона – г. Ижевске.

С учетом зонирования города для исследования были выбраны насаждения различных экологических категорий, испытывающие антропогенную нагрузку различной степени интенсивности. В качестве объектов исследования выступили виды хвойных растений: представитель местной флоры – ель европейская (*Picea abies* L.) и интродуцированный вид – ель колючая (*Picea pungens* Engelm.), преобладающие среди видов хвойных пород, применяемых в озеленении городской среды [5, 6].

Изучение корневой системы проводилось методом монолитов [7–9]. Для изучения корневых систем закладывались почвенные разрезы, расположенные таким образом, что их длинная сторона была направлена перпендикулярно направлению роста горизонтальных корней.

Корневая система, контактируя напрямую с урбаноземом, выполняет барьерную функцию, контролируя (предотвращая) втор-



жение загрязняющих веществ в растительный организм. Впрочем, при высокой антропогенной нагрузке часто происходит нарушение свойств клеток, а именно проницаемости протопласта, что, собственно, приводит к насыщению корней тяжелыми металлами [10, 11].

Таблица 1 – Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах насаждений разных экологических категорий, мг/кг

Элемент	парк им. С. М. Кирова	Микрорайон «Север»	Удмуртская улица
Cd	0,2 ± 0,1	0,05 ± 0,1	0,05 ± 0,1
Mn	390,0 ± 82,2	895,0 ± 178,0	891,0 ± 187,0
Cu	3,8 ± 1,1	28,4 ± 8,5	85,0 ± 1,2
Ni	13,6 ± 4,0	18,9 ± 4,0	27,8 ± 5,6
Pb	11,6 ± 2,4	15,2 ± 4,5	*43,6 ± 2,0
Zn	34,6 ± 7,3	51,9 ± 10,9	94,0 ± 28,0

Примечание: \* превышение предельно-допустимой концентрации.

Повышение содержания тяжелых металлов в окружающей среде приводит к значительному увеличению их концентрации в растениях. При этом наземные растения способны поглощать токсичные ионы из двух источников – почвы и воздуха.

Важную роль в защите растений от избытка поступающих из почвы в корни тяжелых металлов выполняет корневая система. Задерживая избыточные ионы, корни тем самым способствуют сохранению в наземных органах невредных (благоприятных) концентрации химических элементов [12].

Для изучаемых видов в исследуемых насаждениях было характерно увеличение ванадия (V), а также снижение калия (K), марганца (Mn) по сравнению с зоной условного контроля (ЦПКиО им. С. М. Кирова). Однако в магистральной посадке улицы Удмуртской помимо этого наблюдается увеличение Mg, Cu, Cl, Sr и значительное снижение Ca, In и I.

В целом с увеличением антропогенной нагрузки в магистральных насаждениях для ели колючей характерно снижение содержания в корнях макроэлементов калия и кальция относительно зоны условного контроля (ЦПКиО им. С. М. Кирова), и увеличение содержания магния, а также микроэлементов – меди, хлора и ультрамикроэлемента ванадия.

Таблица 2 – Кратность достоверного изменения содержания макроэлементов, микроэлементов и ультрамикроэлементов в корнях древесных растений относительно зоны условного контроля (ЦПКИО им. С. М. Кирова)

Химический элемент	Ca		Mg		K		Cu		Mn		Cl		Na		Al		Ti		V		Br		In		I		Sr		
	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	У	С	
Район исследования		1,7*	1,2*	-	3,0**	2,7**	1,6*	-	2,1**	1,7**	2,2*	-	1,5*	-	1,2**	-	2,0**	2,7*	2,9*	-	1,8*	6,4**	-	6,8**	-	4,7*	-	-	-
Ель колючая	<100**	1,7*	1,2*	-	3,0**	2,7**	1,6*	-	2,1**	1,7**	2,2*	-	1,5*	-	1,2**	-	2,0**	2,7*	2,9*	-	1,8*	6,4**	-	6,8**	-	4,7*	-	-	-
Ель европейская	<100**	1,7*	1,2*	-	3,0**	2,7**	1,6*	-	2,1**	1,7**	2,2*	-	1,5*	-	1,2**	-	2,0**	2,7*	2,9*	-	1,8*	6,4**	-	6,8**	-	4,7*	-	-	-

Примечания: серым цветом отмечено отсутствие особой хорошею состояния;

\* – увеличение концентрации элемента относительно ЗУК,

\*\* – уменьшение, раз (У – магистральные посадки улицы Удмуртской, С – посадки жилой зоны микрорайона «Север»).



В насаждениях микрорайона «Север» у ели колючей наблюдается другая реакция, которая выражается в увеличении содержания кальция, в снижении содержания алюминия и титана, а также неизменном содержании остальных элементов относительно насаждений зон условного контроля. Полученные результаты свидетельствуют о более благоприятной экологической обстановке в микрорайоне «Север».

Для ели европейской модельные особи хорошего жизненного состояния были отобраны лишь в магистральных насаждениях. Для них характерно увеличение хлора, натрия, алюминия, ванадия в корнях и снижение индия. Наблюдается достоверное значительное увеличение таких макроэлементов, как кальций, марганец и ультрамикрорезонанса титана.

Таким образом, анализируя видовые особенности в содержании химических элементов, можно заключить следующее: для представителей рода Ель в магистральной посадке улицы Удмуртской характерно увеличение содержания хлора и ванадия, а также снижение содержания марганца и индия относительно насаждений зон условного контроля.

У аборигенных видов в связи с антропогенной нагрузкой наблюдается увеличение содержания таких элементов, как магний, медь и ванадий.

Для интродуцированных видов наблюдается снижение содержания марганца и индия, а также увеличение содержания натрия, алюминия, титана и ванадия. Таким образом, у представителей аборигенной и интродуцированной городской древесной флоры наблюдаются специфические реакции в аккумуляции химических элементов в корневой системе.

Таким образом, существенное влияние на формирование корневой системы оказывают условия произрастания растений, имеют место и видовые особенности.

**Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-34-60003/19 – Перспектива.**

#### Список литературы

1. Калашникова, И. В. Формирование фитомассы деревьев *Betula pendula* и *B. pubescens* в культурдендрозонах и при самозаращении в условиях золоотвалов / И. В. Калашникова, З. Я. Нагимов, А. К. Махнев // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: м-лы Междунар. науч. конф. – Екатеринбург: Уральский университет, 2007. – С. 464–477.

2. Масюк, А. Н. Влияние мощности отсыпки рекультивированного эдафотопы на структуру и продуктивность древостоя облепихи крушиновидной в условиях степи Украины / А. Н. Масюк // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель: м-лы Междунар. науч. конф. – Екатеринбург: Уральский университет, 2007. – С. 464–477.
3. Довганюк, А. И. Формирование устойчивых напочвенных покровов в условиях мегаполиса / А. И. Довганюк, Е. С. Довганюк // Лесной вестник *Forestry Bulletin*. – 2019. – Т. 23. – № 3. – С. 13–20. – DOI: 10.18698/2542-1468-2019-3-13-20.
4. Ганаба, Д. В. Влияние экологических факторов на рост растений в городских агломерациях / Д. В. Ганаба // *Естественные и технические науки*. – 2015. – № 5. – С. 5.
5. Бухарина, И. Л. Биоэкологические особенности хвойных растений в условиях городской среды: монография / И. Л. Бухарина [и др.]. – Ижевск: Удмуртский университет, 2015. – 152 с.
6. Vedernikov K. Environmental assessment and the use of plants of the genus *Picea* forests of the city of Izhevsk / K. Vedernikov, I. Bukharina, A. Alekseenko // *Australian Journal of Scientific Research*, 2014, No.1. (5) (January-June). – Volume III. «Adelaide University Press». Adelaide, 2014. – P. 243–248.
7. Долгова, Л. Н. Ольха помогает расти деревьям хвойных и лиственных пород / Л. Н. Долгова, Н. В. Кречетова // *Лесные биологически активные ресурсы: м-лы международного семинара*. – Хабаровск, 2001. – С. 175–179.
8. Smit A.L., Bengough A.G., Engels C., van Noordwijk M., Pellerin S. and van de Geijn S. C. *Root Methods: A Handbook* Berlin Heidelberg, Springer Press. –2000. – 587 p.
9. Bukharina I. L. Ecological and biological features of Colorado Spruce (*Picea pungens* Engelm.) in urban environment / I. L. Bukharina [и др.] // *Advances in Environmental Biology*. – 8(13) August. – 2014. – P. 367–371.
10. Бухарина, И. Л. Морфофизиологические особенности деревьев ели в условиях Ижевска / И. Л. Бухарина, К. Е. Ведерников, А. С. Пашкова // *Лесоведение*. – 2016. – № 2. – С. 96–106.
11. Vedernikov, K. E. The content of extractives in wood species of the genus *Picea*. *Chemistry of plant raw materials*, No. 4. – 2018. – P. 177–183.
12. Титов, А. Ф. Физиологические основы устойчивости растений к тяжелым металлам: учеб. пособ. / А. Ф. Титов, В. В. Таланова, Н. М. Казнина. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2011. – 77 с.

УДК 630.55

**А. А. Вайс**

*ФГБОУ ВО СибГУ им. М. Ф. Решетнева*

## **ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЧИСТЫХ ОСИНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

Установлено, что на территории юга Средней Сибири формирование чистых осинников в большей степени положительно влияет на лесовосстановительные процессы ценными хвойными породами.

**Введение.** В настоящее время значительное число территорий Сибири после антропогенного воздействия (рубки, зарастание сельскохозяйственных земель) занято пионерными, недолговечными древесными породами. Изучение возрастных аспектов позволяет выявить особенности развития лиственных насаждений [1, 2].

Научная новизна работы обусловлена отсутствием достаточных сведений о характеристиках чистых древостоев в изучаемом регионе. Данное исследование позволит выявить возрастные особенности осиновых насаждений в условиях юга Средней Сибири на примере Абанского лесничества Красноярского края. Полученные результаты могут служить дополнением к нормативно – справочным материалам, используемым при инвентаризации лесного фонда.

Возрастная структура насаждений – один из фундаментальных вопросов лесной таксации [3, 4, 5]. Возраст определяет как биологическое развитие насаждений, так и его хозяйственную значимость [6, 7].

Абанский район расположен в восточной части Красноярского края. Лесные массивы, охватывающие территорию, распространены чаще по возвышенностям и предгорьям, где основным типом растительности являются хвойные леса.

**Результаты исследований.** На отдельные таксационные выделы разделяют насаждения, имеющие сходную таксационную характеристику, но отличающиеся периодичностью проведения не сплошных видов рубок главного пользования, таксационной характеристикой подроста хозяйственно ценных пород, крутизной склонов, а также, если выделы нуждаются в различных хозяйственных мероприятиях.

Для осиновых насаждений представлено 11 классов возраста от 1 до 110 лет на 199 выделах. В таблице 1 приведены данные

об изменении возраста, средней высоты, среднего диаметра, бонитета, полноты, запаса и типа леса.

Таблица 1 – Таксационная характеристика осины по классам возраста

Класс возраста	Таксационная характеристика, особенности насаждений
I класс до 1–10 лет	Состав: осина. Подрост: осина. Подлесок: нет. Тип почв: суглинистая свежая Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
II класс 11–20 лет	Состав: осина. Подрост: осина. Подлесок: ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
III класс 21–30 лет	Состав: осина. Подрост: осина. Подлесок: нет. Тип почв: суглинистая свежая Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
IV класс 31–40 лет	Состав: осина. Подрост: береза. Подлесок: шиповник редкий. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
V класс 41–50 лет	Состав: осина. Подрост: сосна. Подлесок: шиповник редкий. Тип почв: тяжелосуглинистая влажная. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
VI класс 51–60 лет	Состав: осина. Подрост: сосна. Подлесок: ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: тяжелосуглинистая влажная. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
VII класс 61–70 лет	Состав: осина. Подрост: осина, сосна. Подлесок: шиповник, спирея. Тип почв: тяжелосуглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
VIII класс 71–80 лет	Состав: осина. Подрост: осина. Подлесок: шиповник редкий, ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
IX класс 81–90 лет	Состав: осина. Подрост: осина. Подлесок: ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
XI класс 101–110 лет	Состав: осина. Подрост: осина. Подлесок: ива кустарниковая средней густоты. Тип почв: суглинистая свежая. Тип лесорастительных условий: среднеплодородная, сложные субори и сурамени. Полнота: неравномерная. Захламленность: нет
Осиновые насаждения являются чистыми. Подрост, встречается в 40 % от общего количества таксационных выделов и представлен в основном сосной. Устойчивость к резко изменяющимся условиям среды после сплошной рубки позволяет охарактеризовать подрост как благонадежный (жизнеспособный) 2,0 тыс. шт/га. Подлесок представлен в основном ивой кустарниковой средней густоты. Общая экспозиция склона является отрицательной по отношению к южной экспозиции (-8 Ю). Типы почв в большей мере супесчаные свежие дерново-среднеподзолистые. Полнота неравномерная.	

Оценка закономерностей в форме рядов распределения производилась по методике [8].

С повышением возраста асимметричное распределение средней высоты древостоев изменялось незначительно, в молодом возрасте депрессивное распределение, с повышением возраста проявилось асимметричное распределение с незначительной депрессивностью, распределение среднего диаметра, бонитета и полноты с возрастом менялось незначительно, запас в раннем возрасте имел депрессивное распределение и с возрастом менялся незначительно.

В дальнейшем с помощью регрессионного анализа подобраны наиболее адекватные функции для аппроксимации средней высоты, среднего диаметра и запаса (рис. 1–3, табл. 2–4).

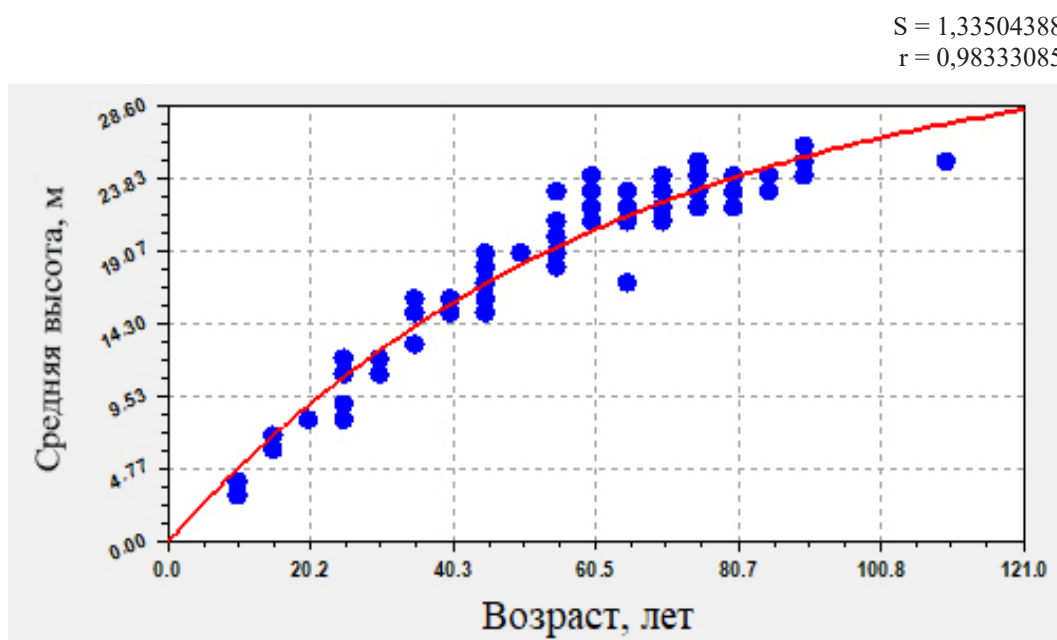


Рисунок 1 – Связь средней высоты и возраста

Exponential Association:  $y=a(1-\exp(-bx))$

Coefficient Data:

$a = 3,32079758698E+001$

$b = 1,58911677322E-002$

Таблица 2 – Величина средней высоты по возрастным периодам

Возраст, лет	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Средняя высота, м	4,9	9	12,6	15,6	18,2	20,4	22,3	23,9	25,3	26,4	27,4

Возраст от 10 до 110 лет. Средняя высота варьируется от 4,9 до 27,4 м. График представлен экспоненциальной функцией.

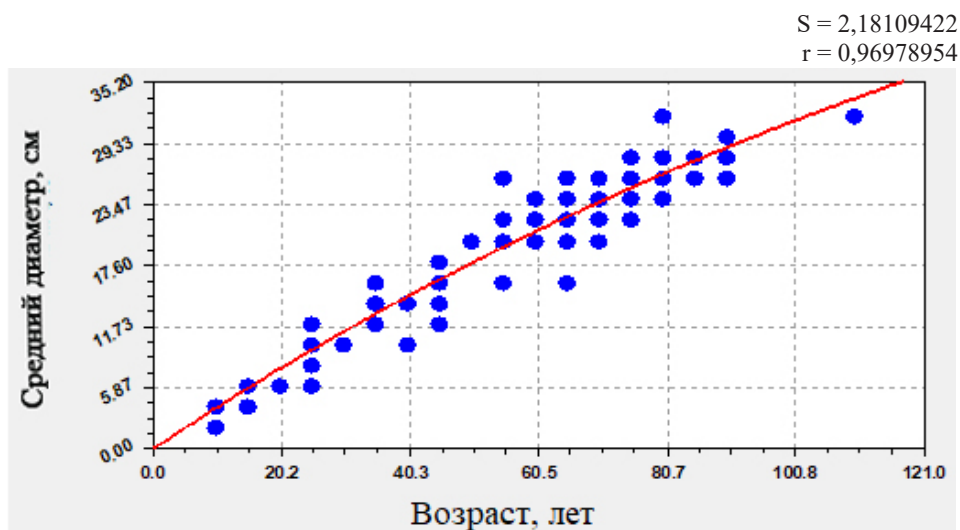


Рисунок 2 – Связь среднего диаметра и возраста

Exponential Association:  $y=a(1-\exp(-bx))$

Coefficient Data:

$a = 7,34855106883E+001$

$b = 5,58444548624E-003$

Таблица 3 – Величина среднего диаметра по возрастным периодам

Возраст, лет	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Средний диаметр, см	4	7,7	11,3	14,7	18	21	23,8	26,5	29	31,4	33,7

Возрастные изменения среднего диаметра осиновых насаждений. Возраст от 10 до 110 лет. Средний диаметр меняется от 4 до 33,7 см. График представлен экспоненциальной функцией.

Rational Function:  $y=(a+bx)/(1+cx+dx^2)$

Coefficient Data:

$a = 5,50048572258E-002$

$b = 1,90620614925E+000$

$c = -1,61674253001E-002$

$d = 1,42694816424E-004$

Таблица 4 – Величина запаса по возрастным периодам

Возраст, лет	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Запас, м <sup>3</sup> /га	22	52	89	131	174	210	235	246	245	235	221



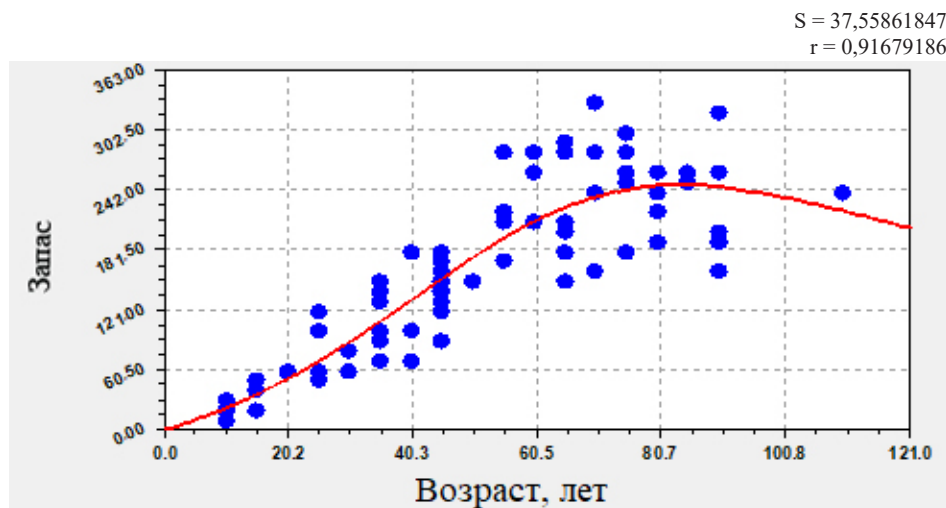


Рисунок 3 – Связь запаса и возраста

Возрастные изменения среднего запаса осиновых насаждений. Возраст от 10 до 110 лет. Запас меняется от 22 до 221 м<sup>3</sup>/га. График представлен рациональной функцией.

**Заключение.** В результате выполненных исследований установлено следующее:

- чистые осиновые насаждения на юге Средней Сибири характеризуются достаточно высокой долговечностью (до 110 лет);
- почвенные условия и тип лесорастительных условий имеют стабильные показатели в зависимости от возраста;
- в подросте осинников в спелом возрасте преобладает сосна, в других возрастах осина. При этом в целом по территории около половины выделов восстанавливаются ценной породы сосной. Подрост жизнеспособный, среднее количество – 2 т. шт/га;
- с возрастом распределение основных таксационных показателей осиновых насаждений характеризуется определенной стабильностью по асимметричности, а также депрессивности и эксцессивности;
- количественные признаки (средняя высота, средний диаметр и запас) указывают на высокую продуктивность осинников.

В целом можно констатировать, что на территории юга Средней Сибири формирование чистых осинников в большей степени положительно влияет на лесовосстановительные процессы ценными хвойными породами.

#### Список литературы

1. Богданова, Н. В. Исследование древесной, кустарниковой и травяной растительности на бывших в сельхозпользовании землях / Н. В. Богданова // Инно-

вационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междун. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2018. – С. 147–150.

2. Абсалям, Р. Р. Особенности формирования запаса березняков Увинского лесничества Удмуртской Республики на участках леса, переданных в аренду ООО «Орион» / Р. Р. Абсалям, Д. А. Поздеев, М. В. Якимов, Н. Н. Старков // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Межд. науч.-практ. конф. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2020. – С. 102–107.

3. Моисеев, В. С. Таксация леса: учеб. пособ. / В. С. Моисеев. – Л.: Лесная промышленность, 1970. – 257 с.

4. Шевелев, С. Л. Таксация леса: курс лекций / С. Л. Шевелев, В. В. Кузьмичев. – Красноярск: СибГТУ, 2003. – 248 с.

5. Фалалеев, Э. Н. Таксация разновозрастных древостоев: учеб. пособ. / Э. Н. Фалалеев. – Красноярск, 1975. – 29 с.

6. Анучин, Н. П. Таксация и устройство разновозрастных лесов / Н. П. Анучин. – Л.: Лесная промышленность, 1969. – 64 с.

7. Фалалеев, Э. Н. Пихтовые леса Сибири и их комплексное использование / Э. Н. Фалалеев. – М.: Лесная промышленность, 1964. – 213 с.

8. Никитин, К. Е. Методы и техника обработки лесоводственной информации / К. Е. Никитин, А. З. Швиденко. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 272 с.

УДК 502.175:582.475

**Н. В. Василевская, П. В. Осечинская**  
*ФГБОУ ВО МАГУ*

## **ПАЛИНОИНДИКАЦИЯ СРЕДЫ В ЗОНЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ АО «АПАТИТ» (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Представлены результаты анализа пыльцы *Pinus sylvestris* в зоне пыления хвостохранилища АНОФ-2 АО «Апатит». В образцах выявлено более 20 тератоморф пыльцы с различными аномалиями развития, ее содержание очень высоко (80–83 %). Согласно палинологической шкале экологического районирования, исследуемую территорию можно отнести к критически загрязненной.

Мурманская область является одной из самых урбанизированных арктических территорий РФ с развитой горно-добывающей и горно-перерабатывающей промышленностью. В основном эксплуатируются медно-никелевые, апатито-нефелиновые, апатито-



магнетитовые, железные и руды редких металлов [3], что обуславливает высокую антропогенную нагрузку на экосистемы северной тайги.

АО «Апатит» – один из крупнейших мировых производителей фосфатного сырья для минеральных удобрений на базе Хибинских месторождений апатито-нефелиновых руд [8]. Горно-обоганительный комплекс расположен в центральной части Кольского полуострова, в окрестностях городов Апатиты и Кировск. АО «Апатит» включает: 4 рудника, обоганительные фабрики (АНОФ-2 и АНОФ-3), хвостохранилище и ряд цехов. Основной экологической проблемой горно-промышленных районов являются отходы обоганительных фабрик [3]. Хвостохранилище АНОФ-2 – одно из крупнейших в России по площади и объему, а также уровню загрязнения окружающей среды на Кольском полуострове. Оно представляет собой отходы апатито-нефелиновой руды, состоящие из тонкодисперсной фракции нефелиновых песков. При сильных ветрах сухие пески переходят в аэрозольное состояние и образуют пылевые облака [14]. Наибольшее загрязнение обусловлено пылением пляжных зон хвостохранилища, где формируются участки с размером частиц 0,08 мм, которые переносятся на 15 и более километров [6].

Основными загрязнителями, поступающими в окружающую среду от АО «Апатит», являются: стронций, цинк, фосфор, кальций, натрий, калий, алюминий, азотные соединения и железо в виде пыли [8]. На один км<sup>2</sup> территории горно-промышленного комплекса за сутки в среднем выпадает до 1350 кг пыли, около 9 кг тяжелых металлов, более 10 кг соединений серы. Апатитовая пыль содержит некоторое количество естественных радионуклидов, в частности Ra226 – до 30 Бк/кг, Rb210 – до 25 Бк/кг, Po210 – до 30 Бк/кг, Th 232 – до 60 Бк/кг, и K40 – до 100 Бк/кг [8].

В России активно изучаются особенности восстановления растительного покрова в различных условиях отвалообразований с целью уменьшения их негативного воздействия [9, 10, 14]. В то же время экологические последствия пыления хвостохранилищ исследованы недостаточно. Для оценки качества окружающей среды одним из перспективных и новых методов является палиноиндикация [4]. Растения под воздействием промышленных эмиссий продуцируют большое количество тератоморфной (уродливой) и стерильной пыльцы, при этом, чем выше уровень экологического стресса, тем больше аномалий развития. Процессы микробиогенеза исследуются у различных видов хвойных, подвержен-

ных влиянию промышленного загрязнения [7, 15], в арктической зоне такие исследования немногочисленны [1, 2, 16]. В качестве тест-объекта часто используют сосну обыкновенную из-за высокой чувствительности данного вида к загрязнению [2]. Цель исследования – изучение морфологической изменчивости пыльцы *Pinus sylvestris* L. в зоне промышленного воздействия АО «Апатит» и палиноиндикация качества окружающей среды.

Сосна обыкновенная сохранилась в составе естественных зеленых насаждений городов Мурманской области. Нормально развитые пыльцевые зерна *P. sylvestris* сосны – двумешковые, гетероплярные, билатерально-симметричные, дистально-однолептомные. Воздушные мешки продолговато-эллиптической формы, резко отделены от пыльцевого зерна и смещены на дистальную сторону [4].

Исследования проводились в окрестностях апатито-нефелинового хвостохранилища, расположенного в 7 км от промплощадки АНОФ-2 на берегу губы Белой озера Имандра (Тимофеева, 2014). В мае 2020 г. на участках, где сохранились фрагменты тайги, заложены пробные площадки: ПП<sub>1</sub> – в 2 км от центра хвостохранилища фабрики АНОФ-2 в юго-восточном направлении. ПП<sub>2</sub> – ул. Козлова, на окраине г. Апатиты рядом с обогатительной фабрикой, в 9,5 км от центра хвостохранилища. Контрольная площадка расположена в поселке Верхнетуломский, в 122.8 км на северо-запад от хвостохранилища АНОФ-2. В конце июня на всех площадках с 5 деревьев *P. sylvestris* собрано по 7 микростробил с созревшей пыльцой (N = 35). Мужские шишки подсушивали и фиксировали в 40 % растворе спирта. Собранный материал хранился в холодильнике при 0–4 °С. Для пыльцевого анализа использовали микроспорофиллы из средней части микростробил, пыльцу окрашивали раствором Люголя [15]. Исследования проводили при помощи световой микроскопии с увеличением в 200 раз.

Из каждой пробы было изучено по 10 микропрепаратов окрашенной пыльцы. Пыльцевой анализ выполнялся на основе микрофотографий, сделанных через окуляр микроскопа 13-мегапиксельной камерой Xiaomi Redmi Note 5A Prime. На основе съемки каждого препарата (по нескольким десяткам световых полей с пыльцой) описывалось по 50 пыльцевых зерен с 10–25 фотографий хорошего качества. Выполнялся подсчет фертильных и стерильных пыльцевых зерен, количество и частота встречаемости типичной и тератоморфной пыльцы. В каждой пробе анализировали по 500 пыльцевых зерен. Палиноиндикацию окружающей сре-

ды проводили на основе содержания в образцах нормально развитой пыльцы сосны по классификации Н. А. Калашник [7]. Согласно данной шкале экологического районирования территорий, пробы пыльцы условно чистых территорий содержат более 90 % нормально развитой пыльцы, умеренно загрязненных – 89,4–82,9 %, сильно загрязненных – 82,3–75,2 %, критически загрязненных – 68,6–62 %.

В результате исследований *P. sylvestris* в протестированных пробах выявлены типичные и тератоморфные пыльцевые зерна. Наибольшее содержание нормальной, морфологически не измененной пыльцы в образце контроля из поселка Верхнетуломский (45,4 %). В окрестностях хвостохранилищ ОАО «Апатит» ее доля значительно ниже и составляет 20 % (ПП<sub>1</sub>) и 17 % (ПП<sub>2</sub>). Содержание аномальной пыльцы сосны в образцах с экспериментальных площадок очень высокое и варьирует от 80 до 83 % (рис. 1, табл. 1).

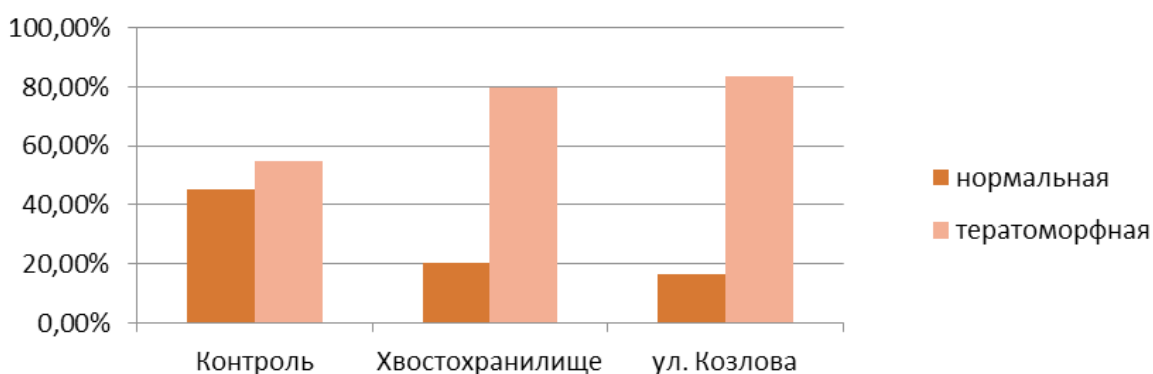


Рисунок 1 – Соотношение нормальной и тератоморфной пыльцы *Pinus sylvestris*

Несмотря на то, что контрольная площадка находится далеко от горно-добывающих центров Мурманской области, в пробе выделено 17 тератоморф пыльцы *P. sylvestris*: без воздушных мешков, с редуцированными воздушными мешками, одномешковые, двухразномешковые, с их асимметричным расположением и нарушением развития, линзовидные с одним воздушным мешком, карликовые (в том числе безмешковые, с их редукцией и одним в/м), с разрывами экзины, редуцированным телом, гигантские с нормально развитыми воздушными мешками и их различными патологиями (табл. 1). Это свидетельствует о дальнем атмосферном переносе аэрозолей от промышленных центров и очень высокой чувствительности сосны к загрязнению среды. В образцах пыльцы из окрестностей хвостохранилища АНОФ–2 встречается боль-

шее число тератоморф: Хвостохранилище (ПП<sub>1</sub>) – 21, ул. Козлова (ПП<sub>2</sub>) – 22. В этих пробах содержатся тератоморфы, аналогичные контролю, однако встречаются и особые аномалии развития пыльцы: с воротниковым воздушным мешком, гигантские с нарушением экзины и в/м, с крупными поперечными или продольными трещинами в центре тела пыльцевого зерна, полиады (табл. 1).

Таблица 1 – Нормальная и тератоморфная пыльца *Pinus sylvestris* в зоне промышленного воздействия АО «Апатит» (в %)

№	Состояние пыльцевого зерна	Контроль	Хвостохранилище	Ул. Козлова
1	Нормальные	45,4	20,0	17,0
2	Тератоморфные	54,6	80,0	83,0
	Из них:			
3	Одномешковые	6,0	6,4	5,4
4	Асимметрия воздушных мешков	0,6	2,2	3,2
5	Безмешковые	5,8	8,2	20,4
6	Редукция в/м	18,2	16,2	17,8
7	Разномешковые	3,8	3,4	0,6
8	Линзовидное одномешковое	1,4	0,8	0,8
9	Воротниковый в/м	0	0,8	1,2
10	Нарушение воздушных мешков	1,6	1,8	2,2
11	Гигантское	0,6	8,4	3,6
12	Гигантское одномешковое	2,8	1,4	3,0
13	Гигантское, безмешковое	0,2	0,2	0,8
14	Гигантское, редукция в/м	4,2	0,8	2,8
15	Гигантское разномешковое	1,0	2,0	1,0
16	Гигантское с наруш. экзины и в.м.	0	0	0,6
17	Карликовое	0,6	7,8	1,6
18	Карликовое, безмешковое	6,2	7,2	8,8
19	Карликовое, редукция в/м	1,0	0,6	0,6
20	Карликовое, одномешковое	0	0,4	0,2
21	Нарушение экзины	0,2	1,2	2,0
22	Редуцированное тело	0,4	1,2	0,4
23	С трещиной в центре тела и др. аномалиями	0	8,6	5,8
24	Полиада	0	0,4	0,2

Большая доля пыльцы сосны во всех пробах имеет патологии в развитии воздушных мешков. Наиболее часто встречается пыльца с их редукцией: в контроле – 18,2 %, в зоне воздействия хвостохранилища 16,2 % (ПП<sub>1</sub>) и 17,8 % (ПП<sub>2</sub>). Эта аномалия развития считается наиболее распространенной у мужского гаметофита сосны. В связи с тем, что редуцированные воздушные мешки имеют незначительный объем, такие пыльцевые зерна имеют низкую парусность. В образцах из окрестностей хвостохранилища много безмешковой пыльцы, наибольшее ее содержание выявлено на ПП<sub>2</sub> (20,4 %), что в несколько раз превышает контроль. В меньших количествах встречается одномешковая и разномешковая пыльца, с их асимметричным расположением, линзовидная одномешковая, с воротниковым сплошным полусферическим мешком. Разномешковость пыльцы снижает ее летные свойства, отсутствие или наличие только одного из них уменьшает ее парусность и исключает участие в опылении. Воротниковые пыльцевые зерна встречаются только в экстремальных условиях. Эти аномалии развития не могут выполнять адаптивную функцию и являются признаками нестабильности развития в условиях загрязнения среды.

В образцах из г. Апатиты содержится много карликовой пыльцы сосны, в том числе с различными отклонениями в развитии воздушных мешков. Их суммарное содержание в пробах: Хвостохранилище АНОФ-2 – 16 %, ул. Козлова – 11,2 %. Выявлены мелкие безмешковые пыльцевые зерна (6,2 – 8,8 %), в большинстве случаев такая пыльца стерильна (табл. 1). Г. М. Левковская [11] отмечает, что при геоботанических стрессах общей тенденцией тератоморфоза является измельчение (нанизм) пыльцевых зерен и утолщение экзины тела. В окрестностях апатито-нефелинового хвостохранилища большая доля пыльцы значительно мельче типичной, изредка она имеет измененные, петлеобразно разросшиеся оболочки. Известно, что появление карликовой пыльцы связано с нарушениями мейоза, при которых происходит потеря части генетического материала в результате повреждения веретена деления или хромосомных мутаций. Также выявлена пыльца с крупными поперечными или продольными трещинами в центре тела пыльцевого зерна. Около хвостохранилища АНОФ-2 доля такой пыльцы составляет 8,6 %, на ул. Козлова – 5,8 %, в контроле они отсутствуют. Аналогичные патологии выявлены около атомной станции в г. Сосновый Бор Ленинградской области [5]. О. Ф. Дзюба отмечает, что тератоморфы, имеющие рубцы, напоминающие раскры-



тые или сомкнутые щели, указывают на присутствие радионуклидов и высокий уровень загрязнения среды.

В образцах из г. Апатиты часто встречается гигантская пыльца, в 1.5 и более раз больше типичной, предположительно диплоидная, в том числе с различными патологиями воздушных мешков: Хвостохранилище – 12,8 %, ул. Козлова – 11,8 %. При исследовании природных геоботанических катастроф Г. М. Левковской [11] зафиксировано около 20 вариаций морфологии пыльцы сосен, в том числе с огромным телом и карликовыми мешками и наоборот.

Естественный полиморфизм пыльцы *P. sylvestris* представлен достаточно большим количеством тератоморф, однако содержание аномальных пыльцевых зерен в таких пробах не превышает 3–7 % [4]. В окрестностях апатито-нефелинового хвостохранилища полиморфизм пыльцы сосны увеличивается до 80–83 %. Хвостохранилища в технологической схеме горно-обогатительных предприятий, которые ведут разработку месторождений апатито-нефелиновых руд, являются наиболее опасными объектами [12]. При этом складированные отходы относятся к V классу опасности – практически неопасные отходы [13]. Исследования в зоне пыления хвостохранилища АНОФ-2 показали, что образование большого количества генетически аномальных форм пыльцы сосны и особенности их тератологий свидетельствуют о высоком уровне загрязнения среды и воздействии радионуклидов. Согласно палинологической шкале экологического районирования Н. А. Калашник [7], на основе содержания нормальной пыльцы *P. sylvestris* (17–20 %) территорию в окрестностях хвостохранилища АНОФ-2 АО «Апатит» можно отнести к критически загрязненной.

#### Список литературы

1. Василевская, Н. В. Полиморфизм пыльцы *Pinus sylvestris* и *Larix sibirica* в городе Мурманске / Н. В. Василевская, А. Д. Домахина // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. Биол. науки. – 2016. – № 4. – С. 13 – 20.
2. Василевская, Н. В. Морфологическая изменчивость пыльцы *Pinus sylvestris* L. в условиях промышленного города (на примере г. Мончегорска) / Н. В. Василевская, Н. В. Петрова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. Естественные и технические науки. – 2014. – № 4. – С. 7–11.
3. Гершенкоп, А. Ш. Переработка техногенного сырья Кольского полуострова / А. Ш. Гершенкоп, М. С. Хохуля, Т. Н. Мухина // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2010. – № 1. – С. 4–8.

4. Дзюба, О. Ф. Палиноиндикация качества окружающей среды / О. Ф. Дзюба. – СПб.: Недра, 2006. – 197 с.
5. Дзюба, О. Ф. Качественный состав палинологических спектров Санкт-Петербурга во время пыления сосны обыкновенной на территории города-спутника ЛАЭС Сосновый Бор / О. Ф. Дзюба, С. В. Подойницына // Проблемы современной палинологии: м-лы XIII Российской палинологической конф. с межд. участием. – Сыктывкар, 2011. – Т. 2. – С. 253–257.
6. Иванов, А. В. Снижение аэрозольного загрязнения атмосферного воздуха от производственных объектов ОАО «Ковдорский ГОК»: дисс. ... канд. техн. наук / А. В. Иванов. – СПб., 2015. – 206 с.
7. Калашник, Н. А. Аномалии пыли хвойных видов деревьев при промышленном загрязнении на Южном Урале / Н. А. Калашник, С. М. Ясовиева, Л. П. Прешухина // Лесоведение. – 2008. – № 2. – С. 33–40.
8. Карначёв, И. П. Эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды в районе размещения Хибинского горно-химического комплекса Мурманской области / И. П. Карначёв., В. К. Жиров, О. И. Загвоздина, М. М. Крымская // Вестник МГТУ. – 2011. – Т. 14. – № 3. – С. 552–560.
9. Касимов, А. К. Фиторесурсный восстановительный потенциал и обустройство земель, нарушенных при гидравлической разработке россыпей / А. К. Касимов, Н. М. Итешина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2019. – № 3. – С. 35–43.
10. Касимов, А. К. Экологические аспекты лесовосстановления отработанных россыпей Прикамья / А. К. Касимов, В. А. Галако. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 228 с.
11. Левковская, Г. М. Специфика палинотератного «ответа» генеративной сферы растений на Чернобыльскую катастрофу / Г. М. Левковская, Л. А. Карцева, О. Д. Коломиец, А. О. Голубок, В. В. Розанов, В. П. Мацко, И. И. Сквернюк, М. Г. Орехова, Г. Зарай // Материалы XI Всерос. палинолог. конф. – М.: ПИН РАН, 2005. – С. 134–136.
12. Терещенко, С. В. Пути снижения негативного воздействия горного производства на окружающую природную среду / С. В. Терещенко, В. В. Марчевская, Д. Н. Павлишина // Вестник Кольского научного центра РАН. – 2016. – Т. 4. – С. 62–66.
13. Тимофеева, Ю. Р. Влияние горно-обогатительного комбината на динамику площадей нарушенных земель / Ю. Р. Тимофеева // Проблемы недропользования. – 2014. – № 2. – С. 147–151.
14. Тимофеева, Ю. Р. Биологическая рекультивация нарушенных земель горно-промышленным комплексом (на примере ОАО «Апатит») / Ю. Р. Тимофеева, Е. А. Степанова, В. Л. Богданов // Известия Санкт-Петербургского ГАУ. – 2016. – № 42. – С. 294–299.
15. Третьякова, И. Н. Пыльца сосны обыкновенной в условиях экологического стресса / И. Н. Третьякова, Н. Е. Носкова // Экология. – 2004. – № 1. – С. 26–34.

16. Vasillevskaya, N. V. Teratomorphism of pollen of *Larix sibirica* Ledeb. (Pinaceae Lindl.) in the Arctic urbanized territory / N. V. Vasillevskaya, A. D. Domakhina // Czech Polar Reports. – 2018. – V. 8. – № 1. – P. 24–36.

УДК 630.56+630.1

**В. В. Гостев**

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева*

## **ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ СОСНОВЫМИ ДРЕВОСТОЯМИ ЛЕСНОЙ ОПЫТНОЙ ДАЧИ ТИМИРЯЗЕВСКОЙ АКАДЕМИИ**

Рассматривается влияние густоты посадки на вынос элементов минерального питания сосновыми древостоями. Расчет величины фитомассы и показателей чистой первичной продукции позволил установить содержание элементов минерального питания в различных фракциях древостоев сосны обыкновенной. Особое внимание уделено поиску соотношения между потреблением питательных элементов древостоями различной густоты посадки.

**Введение.** Сосновые насаждения в настоящее время являются основным источником древесины, из которой получают высококлассные сортименты, качественное сырье для химической промышленности, а их средообразующее значение, включая продуцирование фитонцидов, трудно переоценить, особенно в условиях мегаполисов [4, 7].

Важным фактором, определяющим динамику продукционного процесса насаждений, а также интенсивность поглощения и накопления химических элементов биомассой, является густота начальной посадки.

Данный показатель оказывает существенное влияние на такие показатели древостоев, как средняя высота, средний диаметр, запас стволовой древесины [6], интенсивность естественного изреживания [3] и др. Г. С. Разиным и М. В. Рогозиным [8] сделан вывод, что каждый дендроценоз (кроме крайне редких исключений) единожды в своей жизни достигает предельных значений в развитии по сомкнутости крон и пологам, абсолютной полноте, текущему приросту и запасам древесины, после чего снижает их тем интенсивнее, чем больше была начальная густота. Последние иссле-



дования [1] в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии показали, что древостои в течение своей жизни могут несколько раз достигать предельных состояний, при этом на величину предельных сумм площадей сечений и запасов оказывает влияние начальная плотность.

Цель исследования – выявление динамики накопления элементов минерального питания в лесных культурах сосны различной начальной плотности посадки.

**Материалы и методы.** Объект исследования – сосновые древостои пробной площади б/Я (0,1669 га) Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (г. Москва). Пробная площадь заложена М. К. Турским весной 1879 г. для изучения влияния плотности посадки на рост древостоев. Участок разделён на три части: в восточной части опыта (делянка Я<sub>3</sub>) плотность посадки составила 8784 шт.×га<sup>-1</sup>, в средней части опыта (Я<sub>2</sub>) – 4232 шт.×га<sup>-1</sup>, в западной части опыта (Я<sub>1</sub>) – 2196 шт.×га<sup>-1</sup>. С момента создания лесных культур сосны до настоящего времени имеются данные по 13 сплошным перечётам [1].

Расчет величины биомассы древостоев проведен с применением уравнений зависимости от среднего диаметра и средней высоты с поправкой на число деревьев [10]. Показатели чистой первичной продукции древостоев сосны обыкновенной рассчитывались через уравнения зависимости от возраста и наличной фитомассы [9]. С применением конверсионных коэффициентов определено содержание элементов минерального питания в различных фракциях сосновых древостоев [5].

**Результаты и их обсуждение.** Поток выноса элементов минерального питания древостоями из почвы отражает особенности их онтогенеза. В процессе роста во всех вариантах начальной плотности формируется два максимума кривой выноса элементов питания. До возраста первого максимума проявляется влияние начальной плотности: чем она выше, тем больше вынос. В древостоях с начальной плотностью посадки 2200 шт.×га<sup>-1</sup> величина ежегодного выноса из почвы элементов минерального питания, который обеспечивается приростом фитомассы, составляет 146 кг·га<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup>, а у культур с плотностью 4232 шт.×га<sup>-1</sup> – 162 кг·га<sup>-1</sup>·год<sup>-1</sup> (рис. 1) [5].

До возраста первого максимума вынос элементов минерального питания древостоями с начальной плотностью 8784 шт.×га<sup>-1</sup> больше, чем с плотностью посадки 4232 шт.×га<sup>-1</sup>. Это связано с тем, что с увеличением начальной плотности сокращается срок насту-

пления первого максимума текущего прироста. Получаемые расчетным путем величины фитомассы и чистой первичной продукции, а как следствие, и содержание химических элементов являются условными, поэтому различия в выносе элементов минерального питания древостоями с густотой посадки  $4232 \text{ шт.} \times \text{га}^{-1}$  и  $8784 \text{ шт.} \times \text{га}^{-1}$  визуальны слабо различимы.

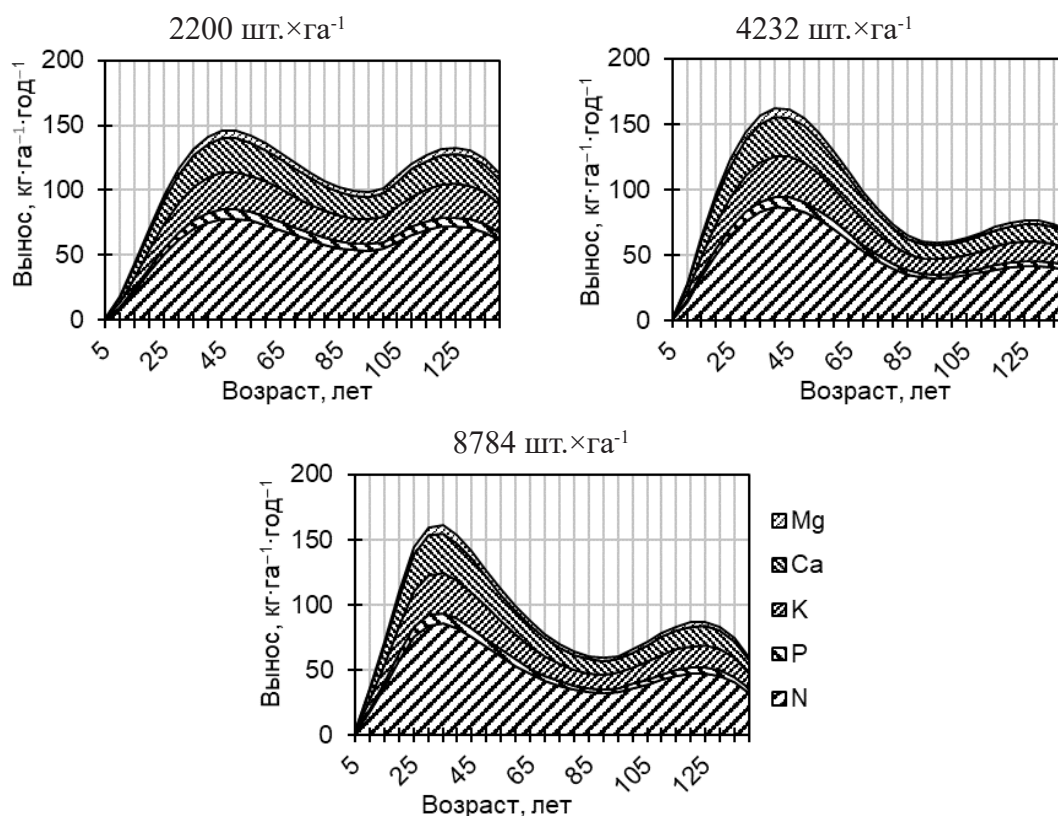


Рисунок 1 – Вынос элементов минерального питания древостоями при различной начальной густоте посадки

К достижению второго максимума проявляются индивидуальные особенности развития древостоев, и влияние оказывает уже не начальная густота, а текущая. Говоря о количественном соотношении в относительных единицах между элементами питания, формирующими ежегодный поток чистой первичной продукции, можно отметить, что оно приблизительно одинаково для всех вариантов густот, так как для расчета массы отдельных элементов применялись одинаковые значения конверсионных коэффициентов [5].

**Заключение.** Независимо от варианта начальной густоты формируются два максимума кривой выноса элементов питания. До возраста первого максимума проявляется влияние начальной густоты: чем она выше, тем больше вынос. К достижению второго максиму-

ма проявляются индивидуальные особенности развития древостоев, и влияние оказывает уже не начальная густота, а текущая.

### Список литературы

1. Дубенок, Н. Н. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии / Н. Н. Дубенок, В. В. Кузьмичёв, А. В. Лебедев; РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. – М.: Наука, 2020. – 382 с.
2. Кондратьев, М. Н. Физиология минерального питания древесных растений / М. Н. Кондратьев, Ю. С. Ларикова. – М.: РГАУ-МСХА, 2017. – 160 с.
3. Кузьмичёв, В. В. Рост культур сосны разной густоты в южной тайге Красноярского края / В. В. Кузьмичёв, Л. С. Пшеничникова // Хвойные бореальной зоны. – 2014. – № 3–4. – С. 83–88.
4. Лебедев, А. В. Динамика продуктивности и средообразующих свойств древостоев в условиях городской среды (на примере Лесной опытной дачи Тимирязевской академии): автореф. дисс. ... канд. с.-х. н. / А. В. Лебедев. – СПб.: СПбГЛТУ, 2019.
5. Лебедев, А. В. Вынос элементов питания из почвы культурами сосны разной начальной густоты и разработка рекомендаций по внесению удобрений / А. В. Лебедев, В. В. Гостев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – Вып. 232. – С. 6–19. – DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.6-19.
6. Мерзленко, М. Д. Динамика роста сосны в культурах разной густоты / М. Д. Мерзленко, Ю. Б. Глазунов, Е. А. Перевалова // Учёные записки Петрозаводского государственного университета. – 2016. – № 2 (155). – С. 34–41.
7. Прокошева, К. Ю. Влияние рекреационной нагрузки на сосновые древостои особо охраняемых территорий Прикамья / К. Ю. Прокошева, Н. М. Итешина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2009. – Вып. 2 (19). – С. 63–66.
8. Разин, Г. С. О ходе роста древостоев. Догматизм в лесной таксации / Г. С. Разин, М. В. Рогозин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2010. – № 1 (43). – С. 41–70.
9. Хлюстов, В. К. Возрастное изменение чистой первичной продукции сосновых древостоев по типам лесорастительных условий / В. К. Хлюстов, А. В. Лебедев // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг: м-лы Поволжского государственного технологического университета. – Йошкар-Ола: Центр устойчивого управления и дистанционного мониторинга лесов, 2016. – С. 44–51.
10. Хлюстов, В. К. Возрастная динамика биологической продуктивности сосновых древостоев по типам леса Костромской области / В. К. Хлюстов, А. В. Лебедев, О. Е. Ефимов // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг: м-лы Междунар. конф. – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. – С. 77–84.

**И. В. Грабовский**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **ПРОБЛЕМЫ И ОШИБКИ КАДАСТРОВОГО ИНЖЕНЕРА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ (СК) К МЕСТНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ (МСК)**

Проводится анализ точности измерения геодезических координат в СК–63 и СК–95 и переход в систему МСК–18.

На сегодняшний день в РФ существуют следующие системы координат: СК–42, СК–95, СК–63 и WGS–84, которыми пользуются при проведении кадастровых работ. Для открытого использования картографических материалов при решении различных инженерных задач и выполнения кадастровых работ Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров № 208-76 от 14 февраля 1963 г. в СССР была введена условная система координат 1963 г. (СК–63). Эта система плоских прямоугольных координат была разработана на основе государственной системы координат 1942 г.

С 1 июля 2002 г. в качестве государственных систем координат введены система плоских прямоугольных координат СК–95 и новая общеземная система ПЗ–90 (Постановление Правительства РФ от 28 июля 2000 г. № 568). Как в СК–42, так и в СК–95 используется система плоских прямоугольных координат в проекции Гаусса-Крюгера и эллипсоид Красовского. При этом в СК–95 параметры ориентации эллипсоида в теле Земли установлены так, что пространственные координаты начального пункта (Пулково) в СК–95 совпадают с координатами в СК–42.

Поэтому переход к СК–95 связан только с подготовкой и переизданием каталогов координат и высот пунктов государственной геодезической сети России [2].

Кроме этого СК–95 получена в результате уравнивания 164 306 пунктов АГС, 26 пунктов космической геодезической сети (КГС) и 131 пункта доплеровской геодезической сети (ДГС), строго согласована с ПЗ–90, введена взамен СК–42 для использования в геодезических и картографических работах с 1 июля 2002 г. постановлением Правительства РФ № 568 от 28 июня 2000 г.

Система координат WGS–84 создана в 1987 г. на основе доплеровских определений с использованием Военно-морской навигационной спутниковой системы (Navy Navigation Satellite System – NNSS), имеющая кодовое название Transit. Начиная с 1994 г., она базируется на результатах международных GPS – компаний и известна как WGS–84 (G 730), где G обозначают GPS, 730 – это число наблюдения в рамках GPS.

Местные системы координат (МСК) устанавливаются для проведения геодезических и топографических работ при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, межевании земель, ведении кадастров и осуществлении иных специальных работ.

Обязательным требованием при установлении МСК является обеспечение возможности перехода от местной системы координат к государственной системе координат за счет применения параметров перехода (ключей) [1].

Согласно указанным положениям, на каждый субъект Российской Федерации (республика, край, область) создавалась собственная местная система координат, надежно связанная с государственной системой СК–42 с помощью параметров (ключей) перехода, в качестве которых служат:

- долгота осевого меридиана первой координатной зоны  $LI$ ;
- ширина координатной зоны  $III L$ ;
- плоские прямоугольные координаты условного начала.

Долгота осевого меридиана вычисляется по формуле:

$$Ln = LI + III Lx (n - 1),$$

где  $n$  – номер координатной зоны.

Для вычисления плоских прямоугольных координат в МСК СРФ применялись формулы проекции Гаусса, обеспечивающие пересчет координат с ошибкой не более 1 мм при удалениях от осевого меридиана до 90 [3].

Отсюда следует определенный вывод, что местной системой координат можно считать любую условную систему отсчета в пределах ограниченной местности с обязательной привязкой координатной сетки через параметры перехода, так называемые «ключи».

В России инициатива по установлению местных систем координат принадлежит исполнительным органам федеральной и ре-



гиональной властей. С 2007 г. в каждом регионе разрабатываются и принимаются программы по внедрению автоматизации земельного кадастра, реестра недвижимости и положения о МСК.

Утвержденное положение считается основным документом, устанавливающим МСК. В нем, как правило, содержатся все необходимые сведения для трансформирования систем координат с применением определенных алгоритмов, заложенных в ГОСТ Р 51794-2001 «Системы координат» методами преобразований для перехода:

- из общеземной СК WGS-84 (ПЗ-90) в МСК и обратно;
- из общегосударственной СК-95 снова к МСК и также обратно.

В результате анализа систем координат мы видим, что СК-42 и СК-63 это практически одна и та же система.

СК-95 это уточненная система координат для использования навигационных систем ГЛОНАСС и GPS.

Что дала СК-95 в результате введения:

- точность передачи координат в СК-95 на расстояния свыше 1000 км в 10–15 раз выше, чем СК-42, и точность взаимного положения смежных пунктов в государственной геодезической сети в среднем в 2–3 раза.

- одинаковая точность распространения системы координат для всей территории РФ;

- отсутствием региональных деформаций ГГС, достигающих в системе координат 1942 г. нескольких метров.

На сегодняшний день кадастровые инженеры, имея современные приборы, больше пользуются системой координат WGS-84 и СК-63.

Вопрос стоит в точности измерения и правильным переводом в МСК.

Не всегда «ключи» бывают доступными, и в результате измерения допускаются ошибки.

Если нет «ключей», то кадастровые инженеры расчеты проводят самостоятельно по своим формулам. Если работают в системе координат СК-63, то точность измерения не соответствует требованиям.

Например, ошибка была произведена совсем недавно. В Завьяловском районе при оформлении дома в собственность хозяева узнали о том, что их дом выходит за пределы участка. Координаты границ участка не соответствуют границам участка. При рассмотре-

нии вопроса в суде было принято решение об изменении координат 8-ми участков, чтобы сохранить границы. Основание: письмо с Управления Росреестра по Удмуртской Республике (протокол выявления реестровой ошибки 13.07.2018 г., г. Ижевск, Удмуртская Республика).

Таблица 1 – Первоначальные координаты

№ п/п	X	Y
1	2 234 716,62	399 326,37
2	2 234 785,35	399 367,31
3	2 234 795,50	399 350,13
4	2 234 726,86	399 309,18

Таблица 2 – Исправленные координаты

№ п/п	X	Y
H5	399 308,93	2 234 731,77
H7	399 326,08	2 234 721,81
H8	399 366,51	2 234 791,83
H6	399 349,16	2 234 801,48

### **Выводы:**

1. Необходимо при измерении плоских прямоугольных координат использовать СК–95 или СК WGS-84.

2. При переходе в МСК необходимо пользоваться «ключами» в виде географических информационных систем (ГИС).

### **Список литературы**

1. Постановление Правительства РФ № 139 от 3 марта 2007 г. «Об утверждении Правил установления местных систем координат». – URL: <https://base.garant.ru/12152317/> (дата обращения: 25.11.2020 г).

2. Использование местных систем координат в ГИС «Карта 2008» для формирования землеустроительной документации О. В. Беленков, Р. А. Демиденко. – URL: [http://geoprofi.ru/technology/Article\\_4420\\_10.htm](http://geoprofi.ru/technology/Article_4420_10.htm).

3. Герасимов, А. П. Местные системы координат / А. П. Герасимов // Геопрофи. – 2009. – № 4. – С. 32–34.



УДК 630\*22(470.57)

**А. В. Дмитриева, А. Ш. Тимерьянов**  
*ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ*

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ЛЕСОАГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ ДЮРТЮЛИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН**

Описано значение сохранения баланса между элементами ландшафтов. Вычислены коэффициенты устойчивости двумя методами территорий Дюртюлинского района Республики Башкортостан в целом и находящегося в нем ООО «Племзавод Ленина».

Сельское хозяйство в РФ занимает ключевое место в экономике. Отрасль создает большое количество рабочих мест, производит продукцию жизнеобеспечения, многие организации выходят на международный рынок. В последние годы статистические данные говорят, что на долю производства зерна приходится до 213,3 млн тонн, мяса и мясных продуктов – до 12 371 тыс. тонн, молока и молокопродуктов – 41 135 тыс. тонн.

На сегодняшний день посевные площади зерновых и зернобобовых культур занимают 46,3 млн га, урожайность средняя по стране составляет 24,4 ц/га.

В России находится 10 % всех пахотных земель мира.

Большая часть посевной площади используется под зерновые и зернобобовые культуры (59 %), в том числе под пшеницу – 34 %, ячмень – 11 %, овёс – 4 %, кукурузу – 3 %. Остальная часть – кормовые культуры (21 %), технические культуры (16 %), картофель и овощебахчевые культуры (4 %) [1, 2, 3].

Учитывая хорошие показатели на сегодняшний день, также необходимо учесть будущее экономики, экологии и других показателей. Поэтому возникает необходимость ведения рационального, не наносящего вред окружающей среде сельского хозяйства.

Основными проблемами сельского хозяйства на сегодняшний день являются:

- эрозия почв;
- загрязнение водных объектов;
- вымирание некоторых видов животных и растительности;
- загрязнение верхнего слоя почвы;
- уплотнение почв.

Решение проблем сельского хозяйства на сегодняшний день являются приоритетными.

Проводятся научные исследования для вычисления необходимого количества удобрений, инсектицидов, с учетом особенностей климатических и иных условий. Применяются альтернативные (органические) удобрения, применение эффекта севооборотов.

Имеет место быть наличие защитного лесоразведения. Не раз доказано влияние лесозащитных полос на предотвращение различных видов эрозий, эффективности снегозадержания в зимнее время и непосредственное влияние на урожайность зерновых.

Для сохранения устойчивости земель необходимо держать, создавать баланс между категориями земель. В зонах степи и лесостепи, в развитых в аграрном отношении регионах, необходимость оценки баланса категорий земель только возрастает.

Республика Башкортостан относится к тем регионам, которые занимают передовые места в производстве зерна, бахчевых, продуктов животного происхождения, поэтому существует большое количество пастбищ, пашен, сенокосов.

В качестве примера распределения земель по категориям мною был исследован ООО «Племзавод Ленина», находящийся в Дюртюлинском районе Республики Башкортостан (РБ).

Таблица 1 – Распределение площадей по категориям, га

Категории земель	Дюртюлинский район	ООО «Племзавод Ленина»
Общая земельная площадь, га	153 509	7217
в т. ч. площадь с.-х. угодий, га	109 470	6341
из них: пашня, га	69 863	5061
сенокосы	10 283	615
многолетние насаждения	107	27
пастбища (без оленьих)	15 794	638
Земли занятые:	13 423	352
древесными насаждениями, предназначенными для обеспечения защиты земель от негативного воздействия	5981	219
водными объектами ( в том числе прудами, образованными водопроводными сооружениями на водотоках и используемые для целей осуществления прудовой аквакультуры)	3989	106
приусадебные участки, коллективные сады и огороды работников хозяйства	3453	27
прочие земли	44 039	524

Из таблицы видно, что хозяйство занимает всего 4,7 % от общей территории района, большая часть которой занята пашнями – 87,9 %.

Как говорилось ранее, на сельскохозяйственных участках, для неистощительного использования земель, необходимо вводить древесно-кустарниковую растительность. Так, на территории ООО «Племзавод Ленина» процент, занятый древесными насаждениями, предназначенными для обеспечения защиты земель от негативного воздействия, составляет 3 %.

Участки делятся на две категории: стабилизирующие, дестабилизирующие.

Дестабилизирующие участки – те территории, которые негативно влияют на ландшафт. А стабилизирующие, наоборот, приносят пользу – вырабатывают гумус, сохраняют влагу, пористость почвы.

Для определения коэффициента экологической стабильности применяют несколько методов.

Первый метод подразумевает сопоставление площадей, занятых различными элементами ландшафта, с учетом их положительного или отрицательного влияния на окружающую среду [4, 5].

После расчета дается оценка ландшафта, производимая по шкале, представленной в таблице 2.

Таблица 2 – Шкала характеристики ландшафта

КЭСЛ	Характеристика ландшафта
< 0,5	Нестабильность хорошо выражена
0,51–1,0	Состояние стабильное
1,01–3,00	Состояние условно стабильное
4,51 и более	Стабильность хорошо выражена

По вычислениям выяснилось, что по Дюртюлинскому району данный коэффициент составил 0,35, а по ООО «Племзавод Ленина» 0,29. Коэффициенты довольно низкие, и, следовательно, нестабильность выражена хорошо.

Второй метод основан на оценке влияния каждой биоты на ландшафт. Биотические компоненты рельефа проявляют разное воздействие на его устойчивость. При данном способе для оценки ландшафта учитывают не только площади, но и свойства ландшафтов, а также их качественное состояние.

$$KЭСЛ = \frac{\sum_{i=1}^n (f_i \times K_{эз.} \times K_r)}{F_t},$$

где  $f_i$  – площадь биотического элемента;

$K_{эз.}$  – коэффициент, характеризующий экологическое значение отдельных биотических элементов (лесомелиоративные полосы, древесная растительность – 1,0; реки, озера и др. водные объекты – 0,79; сенокосы – 0,62; многолетние травы – 0,43; приусадебные участки, коллективные сады и т.п. – 0,43; пастбища – 0,68; прочие земли – 0,0).

$K_r$  – коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа (1,0 – стабильный, 0,7 – нестабильный, например, рельеф песков, склонов, оползней);

$F_t$  – площадь всей территории ландшафта.

После расчета дается оценка ландшафта, производимая по шкале, представленной в таблице 3.

Таблица 3 – Шкала характеристики ландшафта

КЭСЛ	Характеристика ландшафта
< 0,33	нестабильный
0,34–0,50	малостабильный
0,51–0,66	среднестабильный
Более 0,66	стабильный

При вычислении по данному методу коэффициент по всей территории района составил 0,26, а по хозяйству 0,22. При вычислении по второму методу также ландшафты считаются нестабильными.

Выявлено, что в исследуемых территориях есть необходимость трансформации ландшафтов – введение стабилизирующих элементов.

Для улучшения состояния аграрных ландшафтов рекомендуется увеличить площади под многолетние травы, создавать защитные лесные полосы там, где присутствует их необходимость.

В качестве многолетних трав используют некоторые виды семейства бобовых – люцерна, клевер луговой. Их выращивание уменьшает нагрузку на окружающую среду, практически не требуется вносить минеральные азотные удобрения, а почва обогащается органическим веществом и доступным для последующих культур азотом.

Для повышения устойчивости к водной, ветровой эрозии создают древесно-кустарниковые насаждения.

В регионах высокой ветровой активности, особенно в регионах ветровой эрозии, разумно создание системы защитных лесонасаждений – лесополос, зонтов, прифермерских насаждений. Это в основном принадлежит к массивам песков, поврежденным в связи с высоким выпасом.

### Список литературы

1. Миронова, З. А. Анализ качественного состояния земель в Удмуртской Республике / З. А. Миронова, Н. П. Федорова // Управление эффективностью использования земельных ресурсов: м-лы II Национ. науч.-практ. конференции. – Ижевск, 2020. – С. 55–63.
2. Мосунова, Е. Л. Интегрированная оценка эффективности использования земель сельскохозяйственного назначения / Е. Л. Мосунова, И. Е. Тришканова, Г. Р. Концевой // Управление эффективностью использования земельных ресурсов: м-лы II Национальной научно-практической конференции. – Ижевск, 2020. – С. 13–16.
3. Тимерьянов, А. Ш. Защитные лесные насаждения и воспроизводство агролесных ландшафтов / А. Ш. Тимерьянов // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 6. – С. 47–50.
4. Троц, В. Б. Агротехническое значение лесных насаждений / Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: м-лы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Краснообск, 2017. – С. 83–88.
5. Timerjanov, A.Sh. Lack of allozyme variation in *Larix Sukaczewii* Dyl. from the Southern Urals // A.Sh. Timerjanov // *Silvae Genetica*. – 1997. – V. 46. – № 2–3. – P. 61–64.

УДК 528.88

**В. П. Ермаков<sup>1</sup>, И. М. Копанева<sup>2</sup>,  
Н. М. Итешина<sup>1</sup>, Е. А. Рублева<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

*<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Удмуртский государственный университет*

## **КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ПРИМЕРЕ ОПЫТНОГО ЛЕСНОГО УЧАСТКА В АЛНАШСКОМ РАЙОНЕ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Раскрыты перспективные возможности использования данных космического мониторинга в оценке состояния лесов на примере тестового участка леса в Алнашском районе Удмуртской Республики. Приведен пример расчета относительно-го индекса растительности NDVI и проанализирована динамика показателей индекса за последние 30 лет.

Лесные ресурсы являются важным для российской экономики источником древесины и других видов сырья. На состояние лесных массивов оказывает влияние значительный ряд антропогенных и природных факторов (загрязнение атмосферы, вырубки, лесные пожары, насекомые-вредители и т.д.). Это приводит к снижению продуктивности, распаду и уничтожению лесных массивов.

Изучение данной проблемы требует большого внимания и привлечения разнообразных современных цифровых технологий, в т.ч. данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) и геоинформационных систем (ГИС). Их использование помогает провести мониторинг состояния лесов на основе ДДЗ, оценить ущерб, нанесенный лесным массивам пожарами, болезнями леса, загрязнением воздуха и незаконными рубками, а также принять правильные решения для сохранения и приумножения лесов [3, 7].

Документы по проведению лесоустройства в лесном фонде Российской Федерации предусматривают применение космических снимков при решении широкого круга задач. За последние годы существенно возросли как технические возможности съемочной аппаратуры, так и возможности дешифрирования в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Все это позволяет эффективно использовать данные ДДЗ при организации лесоустройства [2].



К основным задачам, решаемым методами ДДЗ, в лесном хозяйстве относятся:

- картографирование лесного фонда;
- выявление, контроль и мониторинг незаконных рубок леса;
- определение породного состава лесов;
- ранжирование лесов на категории по возрасту, запасу древесины, высоте древостоя, биологической продуктивности;
- изучение и картографирование негативных процессов, воздействующих на лесные массивы: влияния вредителей и болезней, иссушения или переувлажнения лесов, приводящих к их деградации и гибели;
- изучение природных условий, препятствующих активной лесохозяйственной деятельности (выявление плоских пониженных заболоченных участков, бессточных котловин, резких перегибов рельефа и т. п.) с применением цифровых моделей рельефа [3].

Основой дистанционных методов исследования являются спектральные характеристики природных образований. На красную зону спектра (0,62–0,75 мкм) приходится максимум поглощения солнечной радиации хлорофиллом, а на ближнюю инфракрасную зону (0,75–1,3 мкм) – максимум отражения энергии клеточной структурой листа. Высокая фотосинтетическая активность ведет к более низким значениям коэффициента отражения в красной зоне спектра и большим значениям в ближней инфракрасной. Отношение этих показателей друг к другу позволяет четко отделить растительность от прочих природных объектов [1].

С использованием космических снимков высокого пространственного разрешения можно определить породный состав лесов. Для получения достоверных данных вместе со снимками необходимо иметь набор обучающих эталонов – наземных площадок с известным породным составом для «обучения» алгоритма распознавания в начале работы и проверки итогов в конце [4]. Отдельные группы деревьев и группы пород определяются с разным уровнем достоверности.

Данные дистанционного зондирования на основе спутниковой съемки становятся все более и более доступными, создано множество ресурсов, позволяющих использовать ДДЗ в различных отраслях науки и производства. Одним из таких примеров является USGS – Служба геологической съемки США, которая обладает старейшей коллекцией бесплатных разнообразных ГИС-данных и ДДЗ. Служба предлагает спутниковые снимки, получен-

ные за последние 40 лет со спутников USGS-NASA: Terra и Aqua MODIS, ASTER, VIIRS, LANDSAT и многие другие.

Загрузка снимков из USGS доступна через приложение массовой загрузки. Также можно загрузить множество продуктов с данными, включая уровни Level-1,2,3, снимки в естественных цветах, тепловизионные снимки и многое другое в зависимости от сенсора.

Накопленные к настоящему времени архивы данных спутников Landsat-TM и ETM открывают уникальную возможность использования космоснимков высокого пространственного разрешения для оценки масштабов вырубок лесов. Разрабатываются методы детектирования и классификации изменений в лесных массивах на основе анализа разновременных спутниковых данных Landsat [6].

Характерным признаком растительности и ее состояния, как было сказано выше, является спектральная отражательная способность, отличающаяся большими различиями в отражении излучения разных длин волн. При дешифрировании данных спутниковой съемки используются значения яркостей в каналах и построенные на их основе индексы. Индексы отражают особенности преобразования солнечной энергии ландшафтных покровов; степень неравновесности поглощения энергии в разных зонах спектра – энтропия Кульбака; биологическую продуктивность – NDVI, TVI, RVI, gNDVI; содержание влаги в растительности – LMT, NDWI. Наиболее популярный и часто используемый вегетационный индекс – NDVI [5]. Индекс Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) – это нормализованный относительный индекс растительности – простой количественный показатель количества фотосинтетически активной биомассы (обычно называемый вегетационным индексом).

Для проведения исследования был выбран тестовый участок леса в Алнашском районе Удмуртской Республики, площадь лесного массива – 3563 га (рис. 1).

Большая проблема космических снимков – это наличие облачности, из-за которой снимки теряют большое количество актуальной информации, что, несомненно, сказывается на достоверности интерпретации данных. При скачивании данных на опытный участок обязательным было условие отсутствия облачности на снимках, что позволило более корректно определить индекс NDVI.

На опытный участок были получены данные с сайта Геологической службы США (USGS) – космические снимки за 1988, 1998, 2007,

2010, 2011, 2014 и 2018 гг. Для этого была выделена исследуемая территория, заданы параметры допустимой облачности (от 0 до 5 условных единиц) и определен временной интервал, который задается с помощью шкалы времени, расположенной под картой.

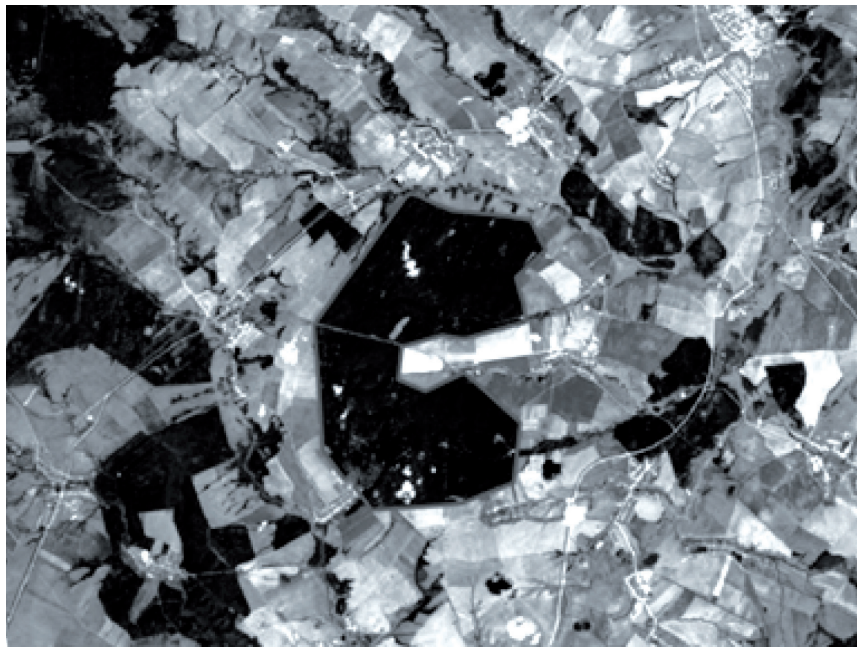


Рисунок 1 – Опытный участок леса в Алнашском районе

Для поиска снимков также необходимо задать параметры спутника. В данном случае использовались снимки, полученные со спутника Landsat-5 (лето 2019 г.) и Landsat-8 (снимки с 1988 г. по 2018 г.). Данные были получены в растровом формате с пространственной привязкой – GeoTIFF.

После получения снимков создается виртуальный растр в программе QGIS из каналов, которые будут необходимы для определения вегетационного индекса NDVI (красный 4 канал и ближний ИК канал 5).

Основной смысл виртуального растра заключается в том, что он позволяет производить смешивание каналов космической съемки в модели RGB, создавая маленький метафайл, который сохраняет в себе всю информацию о комбинации каналов. После получения виртуального растра с такими же данными, как у оригинальных снимков, выделяется область для расчета относительного индекса растительности.

Следующим шагом является выбор нужных каналов. Для определения значения NDVI требуются каналы 4 и 5 для Landsat – 8. Для спутника Landsat – 5 это соответственно каналы 3 и 4.

Таким же образом создаются виртуальные растры для каждого года. После этого для каждого исследуемого года высчитывается индекс NDVI на рисунках 2 и 3.

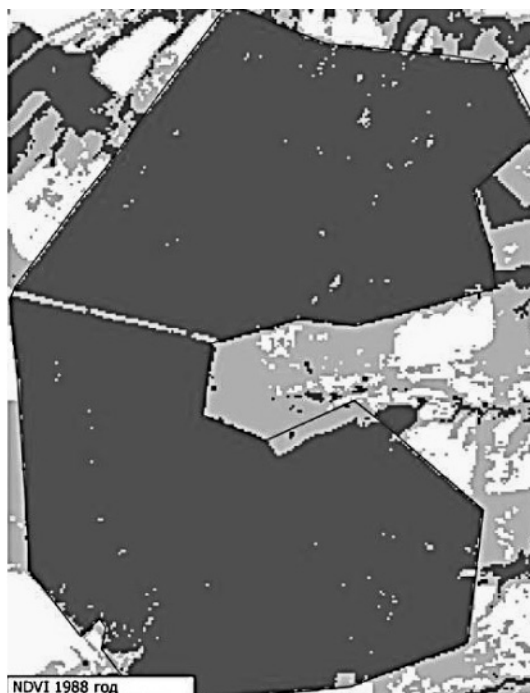


Рисунок 2 – Относительный индекс NDVI за 1988 г.



Рисунок 3 – Относительный индекс NDVI за 2018 г.

Получив индекс NDVI за 1988 г., можно сделать вывод, что в исследуемой области имеется здоровая растительность (зеленый цвет) – густой лес. Индекс NDVI за этот год равен 1,04. Это значит, что состояние растительности очень хорошее.

За весь промежуток времени от 1988 г. до 2018 г. самые глобальные изменения приходятся на период времени после 2010 г., когда наблюдалась засуха. Индекс NDVI в 2014 г. снизился на 30 % относительно 2010 г. Такие показатели говорят об усыхании леса, хвойные деревья погибают от короеда, а быстрого замещения лиственными породами не происходит. В лесу образуются большие площади, где деревьев совсем нет, лишь одни кусты. По снимку за 2018 г. видно, что появляются такие участки, где полностью отсутствуют деревья.

Растительность в данных участках очень плохая, разреженная. Площадь таких мест растет после засухи 2010 г. На снимке также видны участки леса, где лес сохранился и ее индекс NDVI равен 1, что говорит об очень хорошей растительности. Полученные результаты индекса NDVI отображены в таблице 1.



Таблица 1 – Данные обработки участка леса по спектральным данным по годам

<b>Год</b>	1988	1998	2007	2010	2011	2014	2018
<b>Низ</b>	-0,26	-0,2	-0,21	-0,16	-0,17	-0,02	0,12
<b>Верх</b>	0,78	0,71	0,76	0,75	0,76	0,6	0,55
<b>Сумма</b>	1,04	0,88	0,86	0,80	0,78	0,50	0,48

Оценка данных по индексам NDVI представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики по параметрам NDVI

<b>Значение NDVI</b>	<b>Состояние растительности</b>
0–0,10	Открытая почва или нет данных
0,10–0,20	Разреженная растительность
0,20–0,30	Угнетенное
0,30–0,40	Очень плохое
0,40–0,55	Удовлетворительное
0,55–0,70	Хорошее
0,70–1,00	Очень хорошее

Таким образом, средний индекс NDVI уменьшился в период времени с 1988 по 2018 г., что говорит о том, что за данное время произошли значительные негативные изменения на данном лесном участке (рис. 4).

### Индекс NDVI за 30 лет ср.знач.

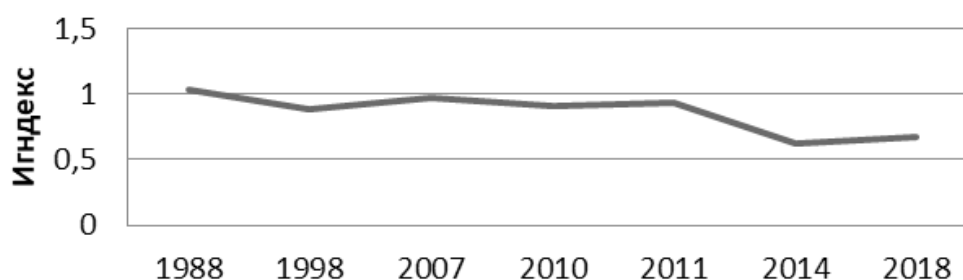


Рисунок 4 – Изменения индекса NDVI в промежутке времени с 1988 по 2018 г.

По графику видно, что с 1988 г. по 2011 г. динамика индекса небольшая, т.е. NDVI находится в своих средних значениях. С 2011 по 2018 г. показатель индекса упал на 30 %, что можно объяснить тем, что лето 2010 г. было очень жарким и засушливым, и именно после него произошли видимые изменения. Это прежде всего неблагоприятные воздействия древесного короеда, который летом

2010 г. сильно активизировался. Последствием этого явилась гибель значительного количества деревьев.

По данным космической съемки легко определить текущее состояние лесного массива и сделать относительный анализ об активной биомассе данного участка леса. Например, были получены данные по площади лесов с самыми проблемными местами (рис. 5). Проблемные участки леса – это лесные пожары, места сухостоя (где есть благоприятные условия для жизни и размножения короеда), нелегальная заготовка и продажа леса. Нелегальная заготовка леса встречается очень часто, по официальным данным, заготовка нелегальной древесины оценивается в 1,3–1,8 млн м<sup>3</sup>, но, по данным независимых экспертов, эта цифра значительно больше – около 30 млн м<sup>3</sup>.

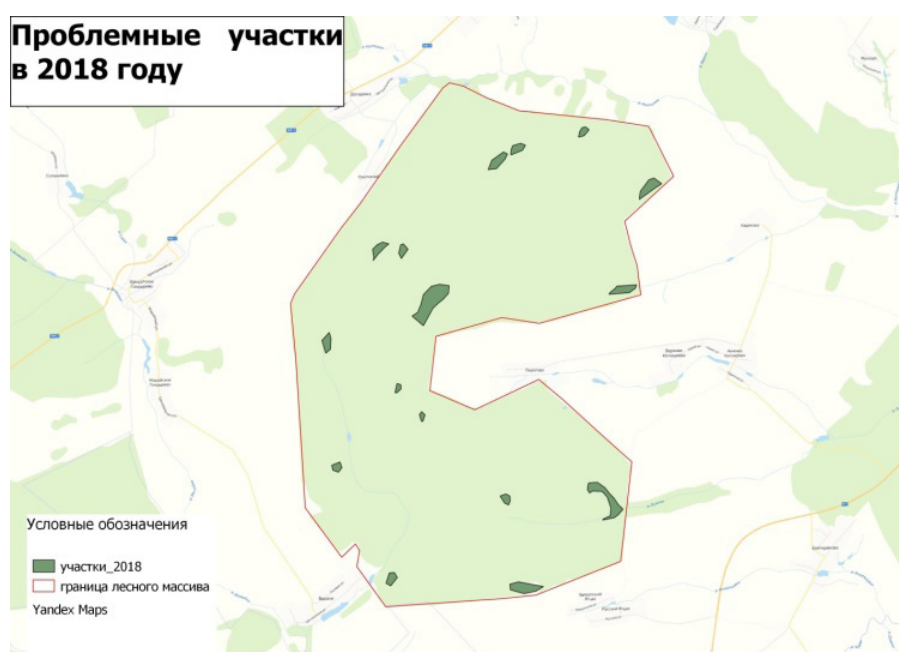


Рисунок 5 – Выявленные проблемные участки за 2018 г.

В результате исследования по космическим снимкам были определены наиболее проблемные участки леса в Алнашском районе Удмуртской Республики и создана векторная основа с проблемными участками леса за каждый год.

По космическим снимкам видно, что площадь проблемных участков возрасала. По этим данным был построен график, отображающий площадь проблемных участков в процентном соотношении (рис. 6). По графику становится понятно, в какие годы происходили значительные изменения площади проблемных участков в лесном массиве.



### массив леса (в %)

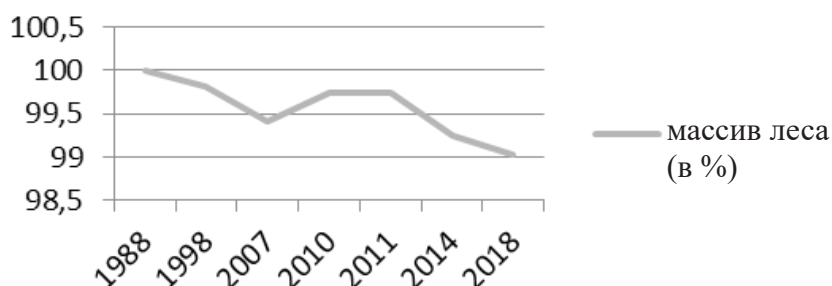


Рисунок 6 – Мониторинг опытного участка леса в Алнашском районе

По результатам обработки данных можно сделать вывод, что лесной массив за 30 лет уменьшился примерно на 37 гектар. Это относительная цифра, т.к. бесплатные космические снимки нельзя интерпретировать с большой точности из-за их достаточно низкого разрешения. Разрешения снимков Landsat не хватает, чтобы точно определять все плановые характеристики. Но, тем не менее, качество снимков позволяет проводить мониторинг лесных участков с использованием вегетационного индекса, т.к. участки лесной растительности, поврежденные короедами, характеризуются пониженной спектральной яркостью в ближней инфракрасной зоне. Это объясняется уменьшением содержания хлорофилла в вегетативных органах усыхающих деревьев.

Космический мониторинг в лесном хозяйстве имеет широкие возможности, т.к. с каждым годом качество снимков улучшается, и они становятся более доступными. На замену космическим снимкам приходят снимки, полученные с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые отличаются более высоким разрешением, но возможностью охвата гораздо меньшей территории. Несмотря на это, по данным с БПЛА также можно решать немалую часть задач по мониторингу и динамике лесного хозяйства.

#### Список литературы

1. Аковецкий, В. И. Дешифрирование снимков / В. И. Аковецкий. – М.: Недра, 1983. – 374 с.
2. Барталев, С. А. Исследование возможности оценки состояния поврежденных пожарами лесов по данным многоспектральных спутниковых измерений / С. А. Барталев, В. А. Егоров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2010. – Т. 7. – Вып. 3. – С. 16–21.
3. Воробьева, А. А. Дистанционное зондирование Земли / А. А. Воробьева. – СПб.: ИТМО. – 2012. – С. 9.

4. Голод, Д. С. Геоботанические карты Белорусской ССР и их использование в практике народного хозяйства / Д. С. Голод // Геоботаническое картографирование. – 1983. – Вып. 7. – С. 46–50.

5. Рачковская, Е. И. Использование дистанционных методов для оценки степени / Е. И. Рачковская, С. С. Темирбеков, Р. Е. Садвокасов и др. // Геоботаническое картографирование. – 2000. – Вып. 6. – С. 16–26.

6. GIS-Lab: Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+, 2018 [Электронный ресурс]. – URL: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html> (дата обращения: 18.01.2020).

7. Храмов, Г. Л. Автоматическая классификация космических снимков лесных участков с использованием алгоритма ISODATA / Г. Л. Храмов, Д. А. Поздеев, Н. М. Итешина // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург: ФГОУ ВПО Оренбургский ГАУ, 2013. – С. 77–80.

УДК 574:630\*161.581.5

**Е. М. Илюшкова**

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ДРЕВОСТОЯ НА СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИКИ В ПОЧВЕ НА ЛОД РГАУ-МСХА ИМЕНИ К. А. ТИМИРЯЗЕВА**

Дается экологическая оценка влияния видового состава древостоя на содержание органического вещества в почве на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева (ЛОД).

Устойчивое развитие города в условиях глобального изменения климата определяется его экологическим каркасом, неотъемлемой частью которого являются зеленые насаждения. Состояние древостоя влияет на способность улавливать вредные вещества из атмосферного воздуха, тем самым поддерживая благоприятную экологическую обстановку. Проблемы ухудшения состояния деревьев в последнее время очень актуальны, основные негативные воздействия на древесную растительность оказывают климатические изменения, возрастающая антропогенная нагрузка не только на почвы, но и на воздух, и природные климатические аномалии [1].

Исследования проводились на территории Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, расположенной в север-

ном административном округе г. Москва. Пять ключевых участков размером 50 м на 50 м расположены по трансекте с северо-востока на юго-запад:

1 – подошва прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ПСВ);

2 – средняя часть прямого короткого слабопокатого склона северо-восточной экспозиции (ССВ);

3 – водораздельная часть мореного холма (ВМХ);

4 – средняя часть пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (СЮЗ);

5 – подошва пологого слабоогнутого склона повышенной длины юго-западной экспозиции (ПЮЗ) (рис. 1) [2, 3, 4].

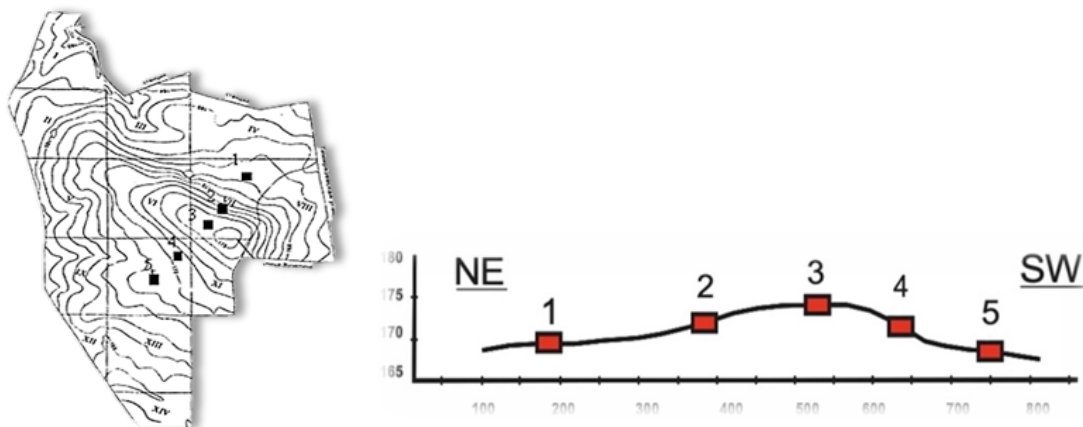


Рисунок 1 – План-схема ключевых участков на ЛОД

Исследуемые участки имеют отличия в мезорельефе, древесной и напочвенной растительности и различный уровень антропогенной нагрузки [5, 6].

В ходе выполнения работы проводились полевые и лабораторные методы исследований.

Метод ключевых участков, используемый при изучении компонентов лесной экосистемы на небольших репрезентативных площадках («ключаях»), в нашем случае 50 на 50 м.

Метод лесной таксации (глазомерно-измерительный) включал в себя комплексную оценку состояния древостоя и состояния фитоценоза.

Из лабораторных методов использовались определения:

1. Содержание гумуса – методом Тюринга в модификации Никитина (ГОСТ 26213-91).

2. Зольности опада и подстилки (ГОСТ 27784-88, ГОСТ Р 56881-2016).

3. Метод определения рН водного (ГОСТ 26423-85).
4. Определение активности уреазы [7].
5. Определение влажности почвы, опада и подстилки (ГОСТ 28268-89).

Таблица 1 – Формулы состава древостоя на разных ярусах

КУ	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
1 ярус	8Л2С	6Б4Л	6Д4С	9С1К	10С
2 ярус	10К	10К	10Л	–	10К

В ходе исследований выявлялся породный состав ключевых участков размером 50 на 50 м. В результате определений: на участке 1 (ПСВ) доминирующими породами 1 яруса являются Липа сердцелистная (*Tilia cordata*), Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), во 2 ярусе – Клен остролистный (*Acer platanoides*). На участке 2 (ССВ) доминирующие в 1 ярусе: Береза повислая (*Betula pendula*), Липа сердцелистная (*Tilia cordata*); в подросте Клен остролистный. На участке 3 (ВМХ): доминирующая порода в 1 ярусе Дуб черешчатый (*Quercus robur*), Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), во 2 ярусе Липа сердцелистная (*Tilia cordata*). На участке 4 (СЮЗ) доминирующими породами является Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и Клен остролистный (*Acer platanoides*). На 5 участке (ПЮЗ) распространены в 1 ярусе: Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), а во 2 ярусе Клен остролистный (*Acer platanoides*) (табл. 1). Породный состав ключевых участков отражен на рисунке 2.

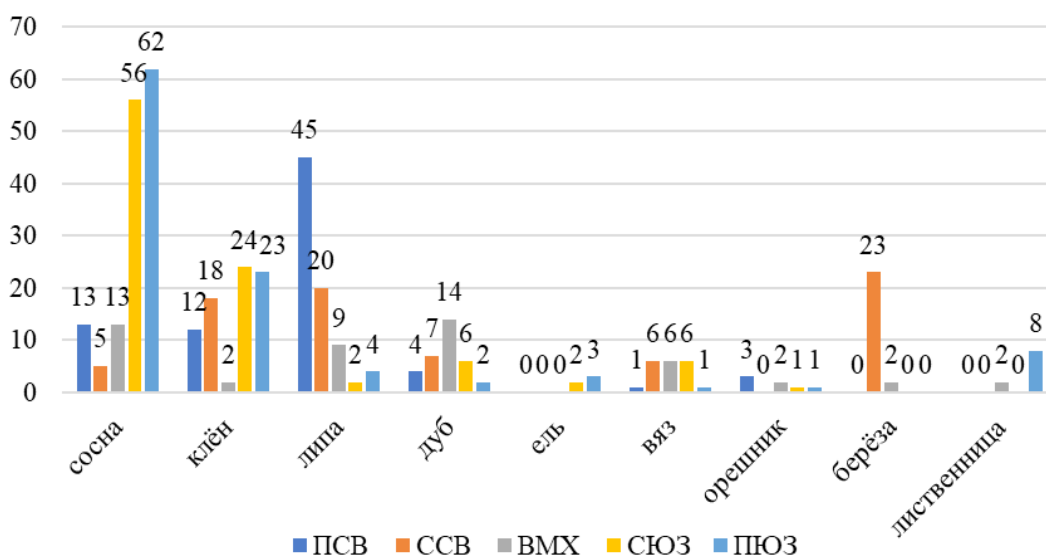


Рисунок 2 – Породный состав ключевых участков

При исследовании древесного опада определялось соотношение фракций на ключевых участках: на 1 (ПСВ) и 4 (СЮЗ) основными фракциями являются листья Клена остролистного (*Acer platanoides*), 2 (ССВ) и 3 (ВМХ) участки – во фракциях наблюдаются листья Дуба черешчатого (*Quercus robur*) и желуди, на участке 5 (ПЮЗ) – наблюдается хвоя Лиственницы европейской (*Larix decidua*) и большое количество веток и шишек от нее же.

Оценивалась степень деградации древостоя по шкале визуальной оценки, рассчитывался процент проективного покрытия напочвенной растительности, проводился учет антропогенной нагрузки и расчет процента дорожно-тропиночной сети на ключевых участках (табл. 2).

Таблица 2 – Характеристика ключевых участков

КУ	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
Степень деградации древостоя	III	II	II	I	I
% проективного покрытия напочвенной растительности	35	70	45	90	83
Антропогенная нагрузка, проходимость людей кол-во чел./час.	30	26	21	9	4
Дорожно-тропиночная сеть, %	94	56	62	23	17

Наибольшая степень деградации древостоя наблюдается на участках 1, 2, 3, где выражена наиболее интенсивная антропогенная нагрузка.

В ходе исследований измерялось содержание гумуса в почве. Наибольшее значение отмечается на территории выложенной вершины моренного холма (ВМХ) – 3,83 %, где доминирующей породой является Дуб черешчатый (*Quercus robur*) и Липа сердцелистная (*Tilia cordata*). Наименьшее значение данного показателя выявлено на прямом коротком слабопокатом склоне моренного холма северо-восточной экспозиции в средней части склона (ССВ) – 1,15 %, с доминирующими древесными породами – Береза повислая (*Betula pendula*), Липа сердцелистная (*Tilia cordata*).

При определении зольности подстилки на ключевых участках, наибольшее значение определено на противоположном пологом склоне повышенной длины юго-западной экспозиции в нижней части склона слабовыгнутой формы (ПЮЗ) – 19,4 %, с наименьшей степенью деградации древостоя и антропогенной нагрузки (35 %). Наименьшее значение зольности отмечено на ключевом

участке ССВ – 9,4 %, где наблюдается высокая степень деградации древостоя и значение антропогенной нагрузки составляет 60 %.

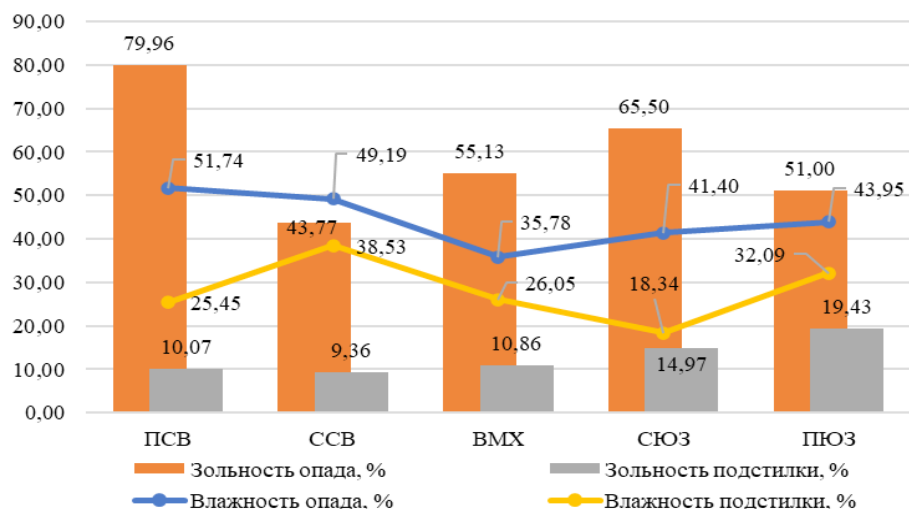


Рисунок 3 – Средние значения зольности и влажности в % на ключевых участках

Определялась зольность опада: наибольшее значение характерно для ключевого участка № 1 (ПСВ) – 79,96 %, при значении влажности опада – 51,74 %; наименьшая зольность опада отмечена на территории ключевого участка № 2 (ССВ), где влажность опада составляет 49,19 % (рис. 3).

Проводилось исследование активности уреазы и  $pH_{\text{водного}}$  на ключевых участках, максимальные значения уреазы на участке ССВ, где явно преобладают виды бактерий, грибов и высших растений, которые способны разлагать мочевины, наименьшее – на ПСВ. Наибольшее значение  $pH_{\text{водный}}$  характерно для ключевого участка № 5 (ПЮЗ) – 4,69 %, где активность уреазы составляет 9. Наименьшее значение  $pH$  отмечено на ключевом участке № 1 (ПСВ):  $pH_{\text{водный}}$  – 4,16 % и активность уреазы 8 (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели ключевых участков

КУ	ПСВ	ССВ	ВМХ	СЮЗ	ПЮЗ
Содержание гумуса, %	2,31	1,15	3,83	1,50	2,40
Зольность подстилки %	10,07	9,36	10,86	14,97	19,43
Зольность опада, %	79,96	43,77	55,13	65,50	51,00
Среднее значение влажности почвы, %	26,42	32,24	25,29	30,00	26,98
Влажность опада, %	51,74	49,19	35,78	41,40	43,95
$pH_{\text{водный}}$	4,16	4,46	4,43	4,58	4,69
Активность уреазы	8	11	9	9	9



Состав древесных пород, степень деградации древостоя и процент проективного покрытия напочвенной растительности сильно влияет на содержание и распределение органического вещества как в подстилке, так и в почве на исследуемых участках. Основным экологическим фактором, который усиливает то или иное значение в данном вопросе, является влажность почвы.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева М. В. Тихоновой.

### Список литературы

1. Климачева, Т. В. Комплексная оценка рекреационного потенциала лесопарковых экосистем городских лесов г. Ижевска / Т. В. Климачева, В. И. Кузнецова // Вестник Ижевской ГСХА. – 2013. – № 4 (37). – С. 43–45.
2. Тихонова, М. В. Экологическая оценка влияния аномального вегетационного периода 2017 г. на экосистему лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева / М. В. Тихонова // Материалы Междунар. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 150-летию со дня рождения В. П. Горячкина. – М., 2018. – С. 595–598.
3. Тихонова, М. В. Экологическая оценка лесных экосистем к рекреационной нагрузке в условиях Московского мегаполиса (на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА) / М. В. Тихонова, М. М. Визирская, А. С. Епихина, И. М. Мазиров // Агрэкология. – 2014. – № 2. – С. 14–21.
4. Тихонова, М. В. Экологическая оценка пространственно-временной изменчивости почвенной эмиссии N<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub> из дерново-подзолистых почв представительной лесной экосистемы Московского мегаполиса: дисс. ... канд. биол. наук / М. В. Тихонова. – М., 2015. – 140 с.
5. Тихонова, М. В. Экологическая оценка распределения опада в различных элементах мезорельефа на трансекте Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева / М. В. Тихонова, А. В. Бузылев // Материалы междунар. науч. конф. молодых ученых и специалистов, посвящ. 160-летию В. А. Михельсона. – М., 2020. – С. 298–301.
6. Тихонова, М. В. Экологическая оценка пространственно-временной изменчивости почвенной эмиссии N<sub>2</sub>O на лесном участке природного заказника «Петровско-Разумовское» / М. В. Тихонова, А. С. Епихина, М. М. Визирская, И. И. Васенев, В. Риккардо // Вестник РУДН, серия Агротомия и животноводство. – 2013. – № 5. – С. 93–104.
7. Федорец, Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.

**А. К. Касимов, Н. В. Духтанова**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ МЕРЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ**

Приводятся результаты исследований восстановления почвенного и растительного покровов в условиях нарушенных земель при открытой разработке нерудных месторождений полезных ископаемых на примере Волковского месторождения песчано-гравийной смеси (ПГС) правобережья надпойменной террасы Камы (УР).

В Среднем Предуралье таежной лесорастительной зоны на нерудных месторождениях в результате их промышленного освоения возникает необходимость рекультивации нарушенных земель. Исходя из конкретных природных условий и социально-экономических предпосылок данного региона, наиболее приемлемым направлением восстановления ландшафтов является лесохозяйственное.

При этом «...производство заинтересовано в упрощении и удешевлении всех работ по рекультивации, особенно ее биологического этапа ...» [1]. Вместе с тем, последнее возможно лишь путем естественного восстановления отработанных полигонов, самозарастания нарушенных земель.

Рекультивация на завершающем ее биологическом этапе включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель. Создание с этой целью почвенно-растительных группировок различного структурного состава, назначения и продуктивности в условиях техногенных ландшафтов основано на использовании преобразовательных и эдификаторных функций растительности.

Облесение отработанных и выведенных из эксплуатации площадей может происходить как в процессе естественного зарастания, так и созданием лесных культур (культурфитоценозов), или же комбинированным способом, когда искусственное лесовосстановление сочетается с естественным. Делая выбор и отдавая предпочтение тому или иному способу облесения рекультивируемых территорий, прежде всего следует стремиться снизить затраты и наиболее полно использовать природный потенциал лесных биогеоценозов к самовосстановлению.

В Удмуртской Республике распространены месторождения полезных ископаемых, добыча которых идет открытым способом. Они представлены глинистыми и карбонатными породами, песками, песчано-гравийными материалами, торфом и сапропелем. Большинство месторождений имеет местное значение, а некоторые крупные – республиканское. Территориальный баланс запасов общераспространенных полезных ископаемых, по данным на 01.01.2015 г., включает 502 участка недр, из которых 415 – месторождения, а 87 – их проявления. Преобладающими в обоих случаях являются сырьевые строительные материалы, в меньшей степени сапропелевых (26) и торфяных (5). На тот период общая добыча песчано-гравийных смесей составила 2491,2 тыс. м [4]. Месторождения их были приурочены к аккумулятивным, эрозионным и денудационным формам рельефа, в геологическом отношении представленных четвертичными и пермскими аллювиальными отложениями. Крупные запасы ПГС, отличающиеся высоким качеством, по-прежнему имеются в русле Камы.

С целью обоснования оптимальных направлений и методов восстановления почвенного и растительного покровов на полигонах с открытой разработкой нерудных месторождений полезных ископаемых были заложены пробные площади (ПП). На участках лесных культур, созданных из хвойных пород различной густоты, условиям и видам уходов, проведенных в них.

Исследования проводились на территории Волковского месторождения в Удмуртской Республике, на землях, вышедших после добычи ПГС на правобережной первой надпойменной террасе Камы. Вводимая в обработку залежь представляла собой двухслойную смесь песка и гравия мощностью до 8,5 м. На вскрыше до 0,2–0,3 м. В структуре почвогрунта представлен песок мелкозернистый, содержание глинистых частиц около 8...10 %.

Перед вскрышными работами производилась очистка полигона от древесно-кустарниковой растительности. Почвенно-растительный слой срезался кавальероразравнивателем МК-21 и перемещался в бурты для дальнейшего его использования при рекультивации. На отдельных участках вскрыша была до 0,5 м при разработке ее экскаватором. При этом наблюдался выход грунтовых вод, и выемка грунта производилась черпанием (т.н. «мокрая» вскрыша).

В зависимости от технологии вскрышных работ на полигонах формировались, как правило, отвально-насыпные, отвально-

намывные и намывные. Отвально-насыпной тип образуется при вскрышных работах сухим или мокрым способом в виде буртов конусо- и хребтообразных отвальных форм с зональными признаками их гранулометрического состава. Намывной тип преобладает при гидравлическом способе вскрышных работ в надгравийном горизонте. Поверхность образующегося рельефа относительно ровная и планировка не требуется. Прослеживаются два слоя: нижний – песчано-глинистый, формируемый путем намыва песков и глин, и верхний – гравийный. Отвально-намывной тип осадков образуется на этапе добычи гидромеханизированным способом промывки. В этом случае отработанные участки нуждаются в планировке их поверхности.

Разработка месторождения производилась плавучими земснарядами, которые оснащены грунтозаборными устройствами. Конечной продукцией производственного процесса являлись гравий и частично обогащенный песок.

На всех площадях на биологическом этапе рекультивации создавались лесные культуры. Характеристика пробных площадей приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика пробных площадей

Пробная площадь (ПП)	Год создания	Состав	Схема посадки, м	Густота посадки, шт./га		Сохранность, %	Особенности
				проектная	фактическая		
1	1985	ЮС	2×1	5000	2950	59	Посев клевера
2	1985	10С+Е	2×1	5000	2200	44	Внесение удобрений
3	1985	6С4Лц	2×0,75	6700	1340	20	Без торфования
4.	1986	10С	2×1	5000	2600	52	Посадка облепихи
5	1995	10С	2×0,75	6700	5900	88	Торфование
К1	1986	10С+Лц	2×1	5000	4550	91	–
К2	1994	8С2Е	2×1	5000	4700	94	–

Примечание: \*К – контроль

Лесные культуры созданы на бедных, сухих почвах (исключение составляют ПП1 и ПП2). Главной породой на всех участках является сосна, на ПП2, ПП3 и контрольных площадях сосна произрастает в смешении с лиственницей и елью. Сохранность культур варьирует от 20 %...80 %. Низкая сохранность (20 %) культур на ПП3 была связана с отсутствием почвоулучшающих мероприя-

тий. Создание плодородного корнеобитаемого слоя на ПП5 повысило сохранность растений на уровне контрольных участков.

Рекультивация на намывных отвалах с землеванием там посадочных мест слоем торфа до 10–30 см способствовало формированию вполне удовлетворительных хвойно-лиственных фитоценозов. Средний прирост сосны в этих условиях достигал 26...49 см. На участках, без системы улучшающих рост мероприятий, отмечалось 4-кратное в сравнении с контролем ухудшение показателей. В то же время при благоприятных условиях даже более позднее на 10 лет в сравнении с другими культурами создание посадок сосны (ПП5) проявилось более высокими темпами роста (табл. 2).

Таблица 2 – Таксационные показатели на пробных площадях

Пробная площадь	Порода	Высота, см	Диаметр, см	Прирост, см
1	С	216	1,8	7,3
2	С	286	4,0	10,4
	Е	97	1,0	0,0
3	С	171	2,2	6,6
	Лц	98	1	1,2
4	С	255	1,9	8,1
5	С	337	5,5	13,8
К1	С	712	8,3	22,6
	Лц	696	7,4	20,2
К2	Е	488	4,4	20,3
	С	543	4,1	23,6

На участках без землевания растения были угнетены, поврежденные подкорным клопом имели изреженное охвоение и укороченную хвою, наблюдалось постепенное падение роста. В культурах сосны естественным путем возобновлялись тополь черный, облепиха, ивы, ракитник, единично берёза. На участках без торфования отмечается мозаичное возобновление травяного покрова с проективным покрытием в пределах 5...40 %.

В качестве опытных вариантов на площади 0,6 га в течение 4-х лет проводилась подкормка аммиачной селитрой из расчета 125 кг/га. В результате у сосны отмечено увеличение длины хвои, поменялась ее окраска на интенсивную зеленую.

Значительная неоднородность плодородия почвогрунтов на исследованных объектах подтверждается показателями агрохимического анализа (табл. 3).

Таблица 3 – Данные агрохимического анализа почвы на пробных площадях

Пробная площадь	pH <sub>ксл</sub>	Сумма обменных оснований, мг-экв./100 г	Нитратный азот, г/кг	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , г/кг почвы	K <sub>2</sub> O, г/кг почвы
1	5,7	9,11	1,6	62	15
2	6,0	10,23	1,9	37	15
3	3,8	9,21	2,0	49	34
4	7,5	11,60	2,0	62	20
5	3,1	8,02	14,1	13	34
*К1	4,2	16,21	6,1	57	44
*К2	4,2	16,89	7,4	84	54

Примечание: \* – контроль

По данным агрохимического анализа, содержание нитратного азота варьирует в широком диапазоне (1,6...14,1 г/кг); реакция среды почвенного раствора изменяется от очень кислой (pH 3,1) до щелочной (pH 7,5); сумма обменных оснований изменяется в пределах от 8,02 до 10,23 мг. экв/100 г почвы. На всех пробных площадях, за исключением площадей с торфованием, почвы обеднены элементами минерального питания. Для улучшения условий роста растений необходимо внесение комплексных удобрений. Почвы на ППЗ и ПП5 отличаются сильнокислой реакцией среды, что препятствует поступлению доступных элементов питания растениям. Здесь первоочередной мерой, направленной на повышение плодородия, является известкование почвогрунта на всей территории участков.

Следует отметить, что лесорастительный потенциал техногенных отвалов особенно обеднен по основному диагностическому признаку плодородия почв – гумусу. В зависимости от формы рельефообразований их параметров, характера отсыпки, намыва, перемещения и перемешивания пород гумусированность изменяется в значительном диапазоне. Поэтому лишь незначительная часть обследованных почвогрунтов могла быть отнесена к плодородным и потенциально-плодородным, оказавшись в известной степени пригодной для биологической рекультивации нарушенных земель.

Естественное зарастание отвалов на отработанных участках в решении проблем восстановления растительного покрова занимает значительное место. При этом процесс поселения растительности на промышленных отвалах идентичен с естественным. Более интенсивно зарастают отвалы и поствскрышные арены с оптимально сфор-



мированной поверхностью и благоприятными по химическому составу грунтами. На протяжении первых десятилетий растительность, как правило, бывает представлена пионерными видами.

Растительность на вскрышных отвалах по видовому составу приближена к лесной, но значительно обедненной. Эти отвалы наиболее приближены к стене леса и являются первоочередными объектами самозарастания. Проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса здесь достигает 50–90 %. Характерными представителями являются вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* L.), кипрей узколистный (*Chamerion angustifolium* L.), клевер красный (*Trifolium pratense* L.), щавель конский (*Rumex crispus* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.), тимopheевка луговая (*Phleum pratense* L.), из мхов политрих обыкновенный (*Politrichum commune* L.), из лишайников – кладонии.

Намывные отвалы отличаются наименьшим плодородием почвогрунтов и отличаются затяжным характером самозарастания, малым обилием видов. При исследованиях выявлено мозаичное возобновление травяного покрова с проективным покрытием от 5 % до 40 %. Состояние его угнетенное. Из травянистых растений представлены тонконог сизый (*Coeleria glauca* L.), полынь равнинная (*Artemisia campestris* L.), редко: ослинник двухлетний (*Oenothera biennis* L.), клевер гибридный (*Trifolium hybridum* L.), донник белый (*Melilotus albus* L.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* L.). Перспективы самозарастания во многом определяются наличием семенного материала. Близость приграничных лугов допускает возможность сельскохозяйственного направления рекультивации при дополнительном подсеве кормовых трав. Присутствие стен леса в пределах досягаемости при разлете семян деревьев и кустарников может гарантировать также и лесное (лесохозяйственное) направление.

Таким образом, наиболее благоприятными условиями для создания лесных культур являются площади с внесением торфяного субстрата в корнеобитаемый слой. Площади без дополнительных почвоулучшающих мероприятий непригодны для лесной рекультивации и требуют дополнительной обработки на этапе биологической рекультивации.

Отсутствие плодородного корнеобитаемого слоя из насыпного грунта на намывных отвалах приводит к последующей гибели лесных культур. С целью повышения устойчивости насаждений, формируемых на нарушенных землях, необходимо:

1. Проводить планировку поверхности почвы и землевание слоем 0,5–0,7 м, внесение органических и минеральных удобрений или посев сидератов.

2. Практиковать посев бобовых трав для ускорения процессов восстановления почвенного и растительного покровов.

3. Оставлять под естественное заращивание древесно-кустарниковой растительностью вскрышные отвалы, примыкающие к стене леса.

#### Список литературы

1. Колесников, Б. П. О научных основах биологической рекультивации техногенных ландшафтов / Б. П. Колесников // Проблемы рекультивации земель в СССР. – Новосибирск, 1974. – С. 12–25.

2. Колесников, Б. П. Рекультивация техногенных ландшафтов Б. П. Колесников // Человек и окружающая среда. – Л., 1974. – С. 220–232.

3. Касимов, А. К. Структура и фитопродуктивность техногенных ландшафтов (на обработанных долинно-речных россыпях таежного Прикамья) / А. К. Касимов. – Пермь, 1998. – 136 с.

4. Касимов, А. К. Принципы лесовосстановления на отработанных дражных и гидравлических полигонах прииска «Уралалмаз» / А. К. Касимов, В. А. Галако // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург, 1997. – С. 104–113.

5. Касимов, А. К. Восстановление ельников Предуралья (на примере Удмуртской Республики) / А. К. Касимов, В. А. Галако, Н. В. Духтанова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 160 с.

6. Минприроды УР [Электронный ресурс]. – URL: <http://minpriroda-udm.ru/> (дата обращения: 25.11.2020).

УДК 712(470.51-25)

**Л. П. Колесникова, Н. М. Итешина, Е. Е. Шабанова**  
*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ Г. ИЖЕВСКА**

Раскрыты отдельные аспекты использования малых архитектурных форм в условиях городской среды. Дана оценка реализации малых архитектурных форм в благоустройстве населённых мест на примере городов Чита и Ижевск. Предложены рекомендации повышения уровня комфортности городской среды, основанного на композиционной связи МАФ и зелёных насаждений.

В современном благоустройстве при озеленении городских пространств всё более востребованным становится размещение малых архитектурных форм. *Малые архитектурные формы* (МАФ) играют важную роль в среде города, т.к. они расставляют акценты, стилизуют участок, зонировать территорию, обеспечивают снижение внешнего шума на участках, выполняют потребности горожан в отдыхе и др. Задачи малых архитектурных форм в благоустройстве во многом зависят от самого вида элемента. Согласно СП 82.13330.2016 п. 3.23, к МАФ относятся искусственные элементы садово-парковой композиции (беседки, ротонды, перголы, трельяжи, скамейки, арки, скульптуры из растений, киоски, павильоны, оборудование детских площадок, навесы и т.д.). МАФы могут выполнять декоративные функции или утилитарные, либо выполнять сразу две заданные функции. Не стоит забывать, что МАФ может нести определенный подтекст и влиять на мировоззрение горожан. Например, использование скульптур и памятников, отражающих исторические события и людей, могут иметь или идейно-воспитательную и политическую роль, или ввести в заблуждение горожан из-за неграмотной подачи и реализации идеи.

Так, например, по данным сайта «Культура.РФ», в городе Чита изготовили ряд скамеек, посвященных русским писателям и поэтам (рис. 1). Пленэрная мебель (в частности, скамейки) относится к наиболее многочисленным и разнообразным предметам в обустройстве архитектурно-ландшафтных пространств. Для удобного отдыха лучше иметь скамьи со спинками. Скамьи рекомендуется проектировать средней высоты и выполнять из прочных металлов [6]. Как правило, спинка скамьи служит для поддержки и опоры спины во время отдыха человека, поэтому в рассматриваемом варианте опора на спинку с изображением известной личности может побудить двойственное восприятие. К тому же в самой концепции устройства скамьи использованы тонкие металлические прутья, которые при внешней оценке выглядят небезопасно. Использование в такого рода объектах образов исторических персон не всегда уместно, т.к. может повлечь противоречивое понимание у жителей города.

В любом городе имеются объекты благоустройства, которые сложно оценить единообразно. Так, например, в городе Ижевске на улицах можно увидеть урны для мусора в виде пингвинов (рис. 2). С одной стороны, приём индивидуального подхода в изготовлении оборудования и элементов в благоустройстве способствует созданию яркого образа и привлечению внимания окружа-

ющих к экологическим вопросам. С другой стороны, образ влечёт за собой прямую ассоциацию сбора отходов, особенно у маловозрастной группы населения, по отношению к конкретному виду животного. С этой точки зрения не рекомендуется использование образа животных в изготовлении МАФов с функцией сбора отходов. Лучше всего в оформлении малых архитектурных форм переходить от конкретных образов к абстрактным и стремиться к реализации принципа сочетания пользы и красоты. Последнее предусматривает проектирование МАФ, которые одновременно могут выполнять утилитарную и декоративную функции.



Рисунок 1 – Скамья в г. Чита с использованием в оформлении образа А. С. Пушкина (по данным сайта «Культура.РФ», 2020 г.)



Рисунок 2 – Урна для сбора мусора в виде пингвина

При композиционной организации городов необходимо стремиться к созданию условий «удобной ориентации в городском пространстве» [6].



На современном этапе развития г. Ижевск становится привлекателен для застройщиков, появляются новые жилые комплексы, возведенные по индивидуальным проектам. Система застройки в городе приобретает стратегию индивидуального жилищного строительства. Таким образом, если строительство ориентируется на специальное проектирование, то и благоустройство территории требует особого подхода.

В Ижевске к числу современных эстетически привлекательных и функциональных объектов могут быть отнесены территория многофункционального комплекса «Парус» (рис. 3), сквер «Открытый сад» (рис. 4), обновленные объекты на территории Центральной площади (рис. 5).



Рисунок 3 – МФК «Парус», г. Ижевск (2020 г.)



Рисунок 4 – Сцена в сквере «Открытый сад», г. Ижевск (2020 г.)

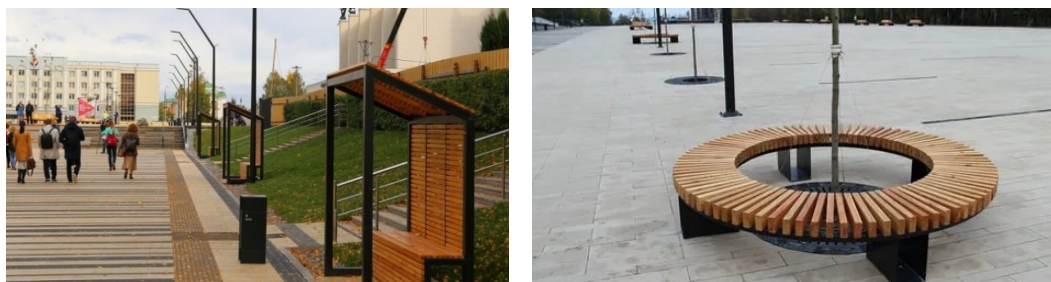


Рисунок 5 – Элементы благоустройства (скамьи) на центральной площади, г. Ижевск (2020 г.)

Для достижения цели повышения комфортности условий городской среды необходимо проектировать не отдельные МАФ, а их комплексы, которые включают в себя функционально и композиционно взаимосвязанные элементы предметно-пространственной среды. Одним из вариантов реализации данного подхода является использование при создании ландшафтных пространств зеленых насаждений. Насаждения могут выступать в качестве фона, дополнять или иметь равное значение по важности с объектами благоустройства.

Древесные, кустарниковые растения, используемые в городском озеленении, должны отвечать целому ряду особых требований. Кроме внешней привлекательности (архитектоники) они должны иметь хорошую энергию роста, избирательную устойчивость к факторам среды.

Необходимо предварительно планировать архитектурно-композиционную гамму, т.е. расставлять акценты, предусматривать изменения растительности (окраски листвы, высоту, объем и форму насаждений), чтобы в дальнейшем внимание не рассеивалось и композиция не разрушалась. При применении реальных образов в малых архитектурных формах стоит заранее продумать, как будет восприниматься данный объект у населения, чтобы избежать противоречивых трактовок. Сооружения следует устанавливать в наиболее посещаемых местах. Зеленые насаждения не должны закрывать вид на них, а при больших композициях не дробить на отдельные части.

Проектирование МАФ должно осуществляться в едином стиле, с учётом стилевых особенностей окружающей застройки и ландшафта. Реализация данных принципов в благоустройстве населённых мест выгодно преобразит городское пространство, сделав его не только красивым и эстетичным, но и полезным с функциональной точки зрения.



### Список литературы

1. Теодоронский, В. С. Озеленение населенных мест с основами градостроительства: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. С. Теодоронский, В. И. Горбатова, В. И. Горбатов. – 2-е изд., стер. – М.: Академия, 2013. – 128 с.
2. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75 (с Изменениями N 1, 2).
3. Культура.РФ: Презентация проекта «Литературная скамейка в Чите» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.culture.ru/> (дата обращения: 01.12.20).
4. Официальный сайт муниципального образования города Ижевска [Электронный ресурс]. – URL: <https://adm.izh.ru/i/info/14719.html> (дата обращения: 01.12.20).
5. Книги о лесе и лесоводстве: Применение малых архитектурных форм для озеленения [Электронный ресурс]. – URL: <http://dendrology.ru/> (дата обращения: 02.12.20).
6. Потаев, Г. А. Композиция в архитектуре и градостроительстве: учеб. пособие для студ. вузов / Г. А. Потаев. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – С. 254–267.

УДК 528.715.1; 57.084.2

**Е. С. Кондрашина**

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева*

### **ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЕЛИ В ЯДРЕ КОЛОГРИВСКОГО УЧАСТКА ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС»**

Естественное возобновление древесных пород – одна из актуальнейших проблем современного общества, так как искусственное восстановление леса со временем может привести к необратимым экологическим последствиям. В настоящее время коренные еловые леса заповедника «Кологривский лес» являются малоизученными, что обуславливает актуальность выбранной темы.

На современном этапе природно-заповедный фонд Костромской области составляет приблизительно 300 тыс. га, что составляет 6 % от общей площади области. Он представлен одной территорией федерального значения, 83 территориями регионального значения и пятью территориями местного значения. Среди охраняемых природных территорий Костромской области территории фе-

дерального значения, одна из главных – Государственный природный заповедник «Кологривский лес» [10, 11].

Ядро заповедника, располагающееся в Кологривском участке заповедника «Кологривский лес», – уникальный массив коренных южно-таежных ельников, никогда не подвергавшийся рубкам и развивающийся спонтанно, без прямого вмешательства человека [4, 7, 8].

В настоящее время коренные еловые леса заповедника являются малоизученными, а проведённые ранее исследования в памятнике природы «Кологривский лес» носят фрагментарный характер и являются незаконченными [1, 6, 12]. Кологривский участок заповедника включает два ландшафта – Кологривский и Кистереченский. Кологривский ландшафт относится к классу возвышенных конечно-моренных равнин и для него характерны достаточно значительные абсолютные высоты, данный ландшафт состоит из двух местностей, практически равных по площади. Граница местностей проходит меридионально по правому безымянному притоку реки Сехи. Восточная местность представляет собой плосковолнистую равнину [2, 3, 5, 9].

В ходе работы дать характеристику пробных площадей и определить потенциал возобновления ели, выявить экологические условия местообитаний, проанализировать возрастную структуру популяций ели на пробных площадях, выявить эколого-ценотический спектр возобновления ели.

Объект исследования – еловое насаждение Кологривского участка заповедника. Он расположен в Костромской области. Создан 21 января 2006 г. По итогам землеустройства 2010 г. площадь Кологривского участка составляет 48094,6 га.

В ходе работы были заложены пробные площади, проведен подеревный перерасчет, учет подроста и всходов ели. После завершения полевых работ все данные были сведены в таблицы. Преобладающим элементом леса в фитоценозах изучаемых пробных площадей является еловый (*Picea abies* L.). Возраст елового элемента леса составляет 80–150 лет, а запас достигает  $200 \text{ м}^3 \times \text{га}^{-1}$ .

При характеристике пробных площадей был установлен породный состав древостоев, подроста и подлеска. Описаны почвенно-гидрологические условия и живой напочвенный покров. Также при анализе травянистого покрова был обнаружен 61 вид растений, относящихся в 37 семействам. Наиболее представленными семействами являются Розовые (*Rosaceae*) – 7 % видов, Вересковые (*Ericaceae*) – 11 % видов.

На рисунке 1 представлена усредненная оценка жизнеспособности елового подростка на пробных площадях. К жизнеспособному относился подрост, который имел густое охвоение, зеленую или темно-зеленую хвою, заметно выраженную мутовчатость, островершинную или конусообразную симметричную крону протяженностью не менее 1/3 ствола с неутраченным приростом по высоте за последние 3–5 лет (прирост вершинного побега должен быть не менее прироста боковых ветвей) прямыми неповрежденными стволиками, гладкой или мелкочешуйчатой корой. К категории сомнительного подростка относились экземпляры, которые имели переходные признаки качества. К нежизнеспособному подросту относились экземпляры, имеющие явные признаки неудовлетворительного качества – предельно угнетенный или сухостойный подрост.

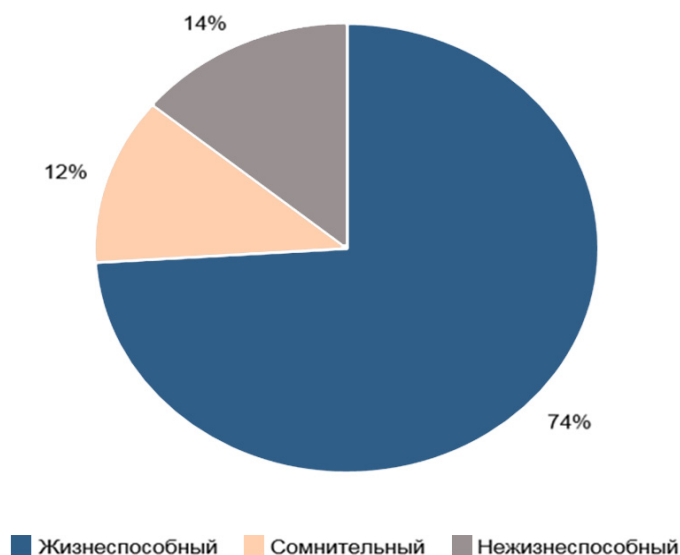


Рисунок 1 – Усредненная оценка жизнеспособности подростка на пробных площадях

Далее подрост был распределен по группам высот и категориям возраста. Усредненное распределение представлено на рисунке 2. Исходя из диаграмм, можно утверждать, что наибольшее количество экземпляров имело высоту до 0,5 м, а возраст старше 15 лет, а меньше всего было деревьев выше 4 м и в возрасте 10–15 лет.

На возрастные категории подрост подразделялся следующим образом: 1 – до 5 лет; 2 – от 6 до 10 лет; 3 – от 11 до 15 лет; 4 – 16 лет и старше. Усредненное распределение подростка по возрастным категориям показано на рисунке 3.

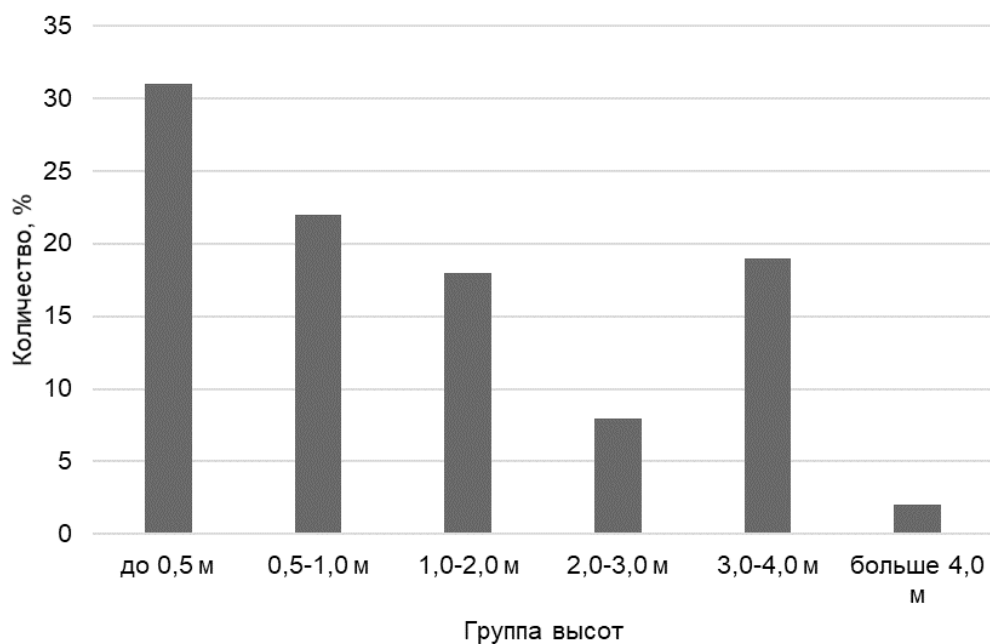


Рисунок 2 – Распределение подроста по группам высот

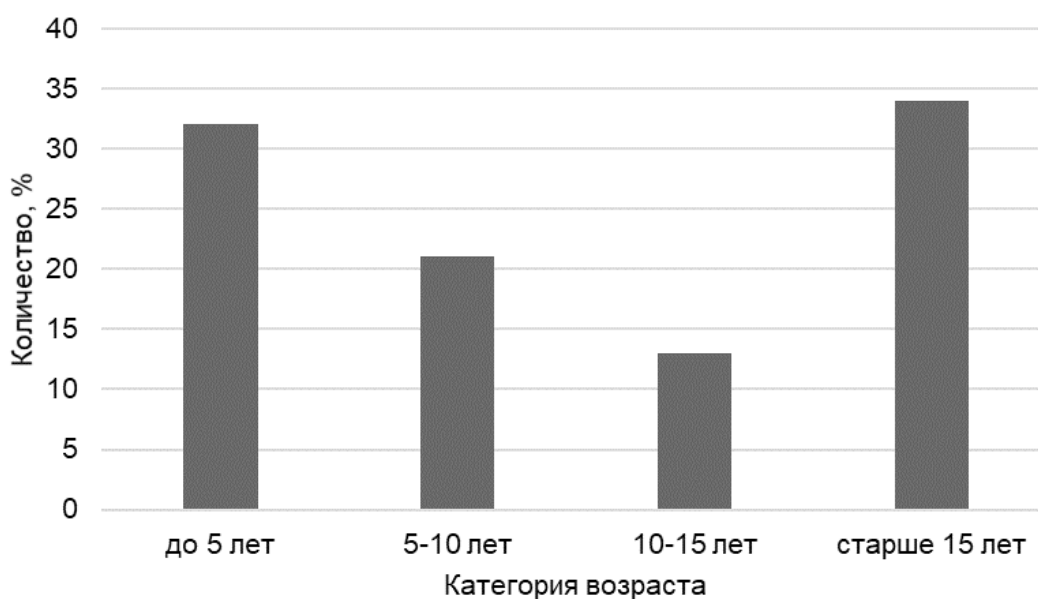


Рисунок 3 – Распределение подроста по категориям возраста

В фитоценозах пробных площадей были выполнены геоботанические описания с использованием общепринятых методов. Для получения экологических характеристик местообитаний ценопопуляций геоботанические описания обрабатывались по 10 амплитудным экологическим шкалам Д. Н. Цыганова (рис. 4). По экологическим шкалам Д. Н. Цыганова в исследованном районе получены усредненные экологические оценки местообитаний ценопопуляций ели обыкновенной. Термоклиматическая ( $T_m$ ), континентальность климата ( $K_n$ ), аридность/гумидность климата ( $O_m$ ),

криоклиматическая (Cr), увлажнение почв (Hd), трофность почв (Tr), богатство почв азотом (Nt), кислотность почв (Rc), освещенность/затенение (Lc) и переменность увлажнения почв (Fh).

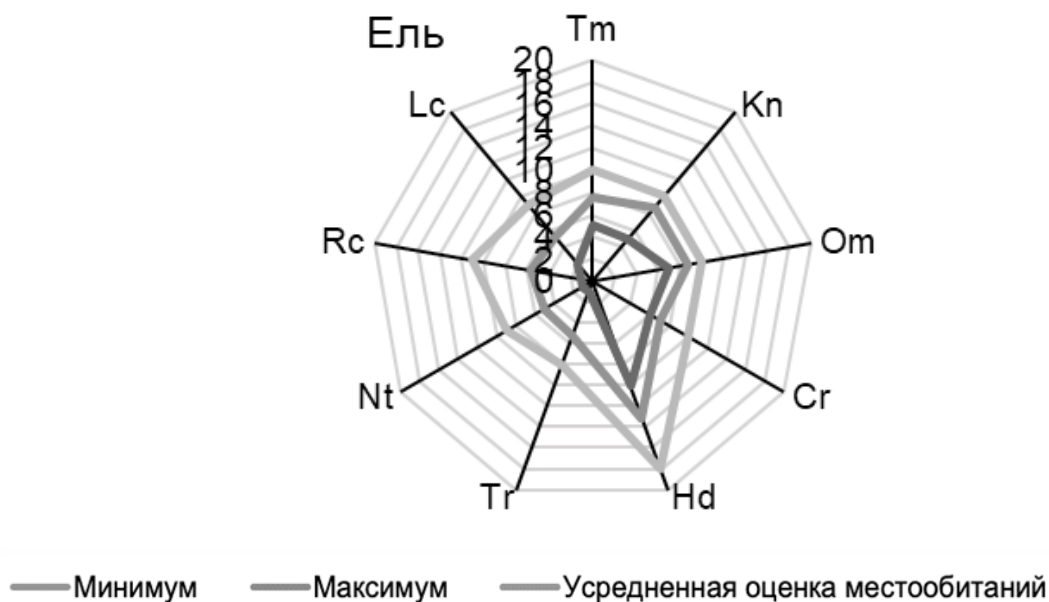


Рисунок 4 – Экологическая характеристика местообитаний

Между значениями балловых оценок для некоторых факторов выявлены сильные корреляционные зависимости, что указывает на их совместное изменение.

Анализ корреляций между балловыми оценками экологических шкал позволяет выявить следующие зависимости между факторами:

- 1) при увеличении богатства почв происходит снижение кислотности ( $r = 0,931$ ) и увеличение содержания азота ( $r = 0,572$ );
- 2) при увеличении кислотности почв повышается содержание в них азота ( $r = 0,544$ ) и снижается увлажнение ( $r = -0,717$ ).

В соответствии с общепринятыми методиками при описании сообществ выделялись следующие возрастные состояния особей в ценопопуляциях: ювенильное (j), имматурное (im), вегетативное (v) и генеративное (g).

Как видно на диаграмме, наибольшее количество особей оказалось ювенильными, то есть с недоразвитой корневой системой и с первым – ювенильным листом. А наименьшее количество особей составили вигринильные, то есть растения, полностью похожие на взрослые, за исключением отсутствия у них органов полового размножения.

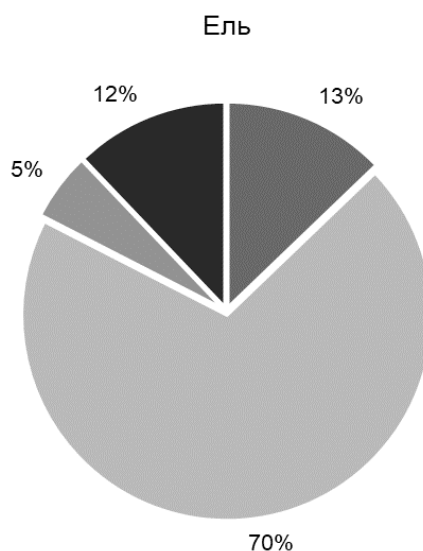


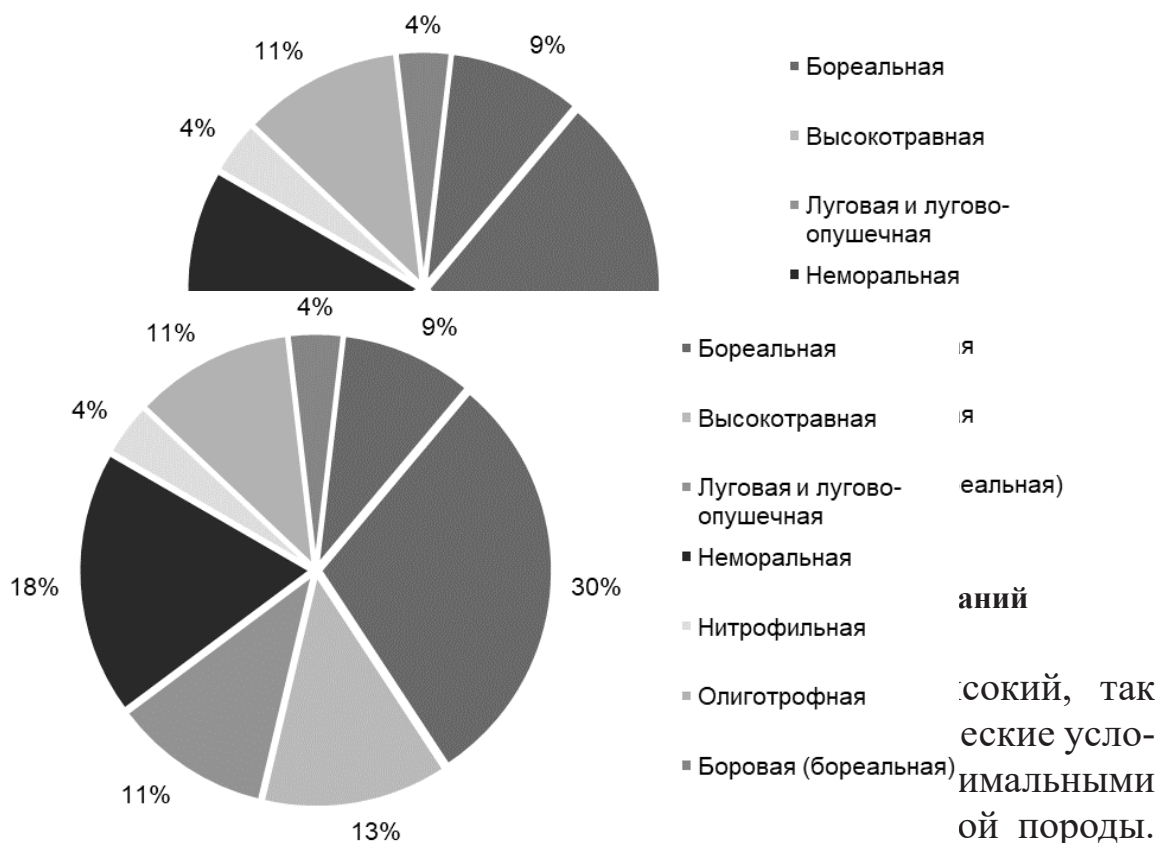
Рисунок 5 – **Возрастная структура ценопопуляций**

Возрастная структура популяций древесных растений имеет ряд характерных особенностей, что обусловлено большой длительностью жизни деревьев. Так, в древесных популяциях часто особи старшего возраста численно уступают молодым. Усредненные оценки возрастной структуры изученных ценопопуляций представлены на рисунке 5. Возрастная структура ценопопуляции (j:im:v:g) ели обыкновенной следующая – 13:70:5:12 %. В ценопопуляциях ели обыкновенной данный показатель не превышает 13 %. Кроме того, в ценопопуляциях ели обыкновенной генеративными являются 12 % особей.

При исследовании эколого-ценотической структуры местообитаний удалось выяснить, что процесс формирования елово-липовых лесов в настоящее время успешно протекает в ельниках бореально-неморальных, которые часто встречаются на территории изучаемого участка заповедника на суглинистых почвах (рис. 6). Данные сообщества характеризуются горизонтальной неоднородностью, разновозрастной структурой, что приводит к формированию в границах фитоценоза парцелл разного состава.

Таким образом, в ходе работы был проведен подеревный пересчет, в результате которого удалось охарактеризовать каждую пробную площадь. Главной породой в большинстве случаев являлась ель. Так как пробные площади были заложены в разных местах заповедника, то и таксационные показатели элементов леса по результатам учета оказались различны. Средний диаметр ели варьирует в пределах 9,6–26,5 см, средняя высота в пределах 11,0–24,0 м.





Возрастная структура ценопопуляции ели обыкновенной составила 13 % ювенильных особей, 5 % виргинильных особей, 70 % имматурных особей и лишь 12 % генеративных особей, которые приступают к половому размножению. При анализе соотношений эколого-ценотических групп было установлено, что процесс формирования елово-липовых лесов в настоящее время успешно протекает в ельниках бореально-неморальных. Они характеризуются горизонтальной неоднородностью, разновозрастной структурой, и это приводит к формированию в границах фитоценоза парцелл разного состава.

Впервые для территории заповедника «Кологривский лес» было проведено исследование естественного лесовозобновления. Для этого был проведен учет подроста, подлеска и напочвенного покрова на пробных площадях. Данные материалы были статистически обработаны. Обработка данных сводилась к графическому анализу с целью наглядного выявления общих тенденций и закономерностей с помощью графиков и гистограмм.

#### Список литературы

1. Абатуров, Ю. Д. Коренные темнохвойные леса южной тайги (резерват «Кологривский лес») / Ю. Д. Абатуров, А. В. Письмерков, А. Я. Орлов и др. – М.: Наука, 1988. – 220 с.

2. Волков, С. Н. Почвенно-таксационная характеристика постоянных пробных площадей Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева в условиях дерново-подзолистых почв / С. Н. Волков, А. В. Гемонов, Т. А. Федорова и др. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2016. – № 4. – С. 27–35.
3. Гемонов, А. В. Некоторые особенности почвенного покрова заповедника «Кологривский лес» / А. В. Гемонов, А. В. Лебедев, П. В. Чернявин // Научные труды государственного природного заповедника «Кологривский лес». Отв. ред. А. В. Лебедев. – Кологрив, 2017. – С. 52–59.
4. Дубенок, Н. Н. Динамика лесов заповедника «Кологривский лес» / Н. Н. Дубенок, П. В. Чернявин, А. В. Лебедев и др. // Вестник Поволжского ГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2016 – № 3 (31). – С. 5–18.
5. Дубенок, Н. Н. Гидролого-морфологическая характеристика постоянных водотоков заповедника «Кологривский лес» / Н. Н. Дубенок, П. В. Чернявин, А. В. Лебедев и др. // Мелиорация и водное хозяйство. – 2017. – № 5. – С. 44–50.
6. Иванов, А. Н. Многолетняя динамика коренных южно-таежных ельников в заповеднике «Кологривский лес» / А. Н. Иванов, Е. А. Буторина, Е. А. Балдина // Вестник Моск. ун-та сер. 5. География. – 2012 – № 3. – С. 74–79.
7. Лебедев, А. В. Ход естественных процессов в древостоях ядра заповедника «Кологривский лес» / А. В. Лебедев // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы: м-лы Всеросс. конф. с междунар. участием. – Кологрив, 2018. – С. 6–14.
8. Лебедев, А. В. Промежуточные итоги реализации программы по изучению динамики нарушенных растительных сообществ в заповеднике «Кологривский лес» / А. В. Лебедев, С. А. Чистяков, А. В. Гемонов и др. // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы: м-лы Всеросс. конф. с междунар. участием. Отв. ред. А. В. Лебедев. – Кологрив, 2018. – С. 35–39.
9. Наумов, В. Д. Закономерности изменения мощности почвенных горизонтов под древостоями различного состава Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева / В. Д. Наумов, Н. Л. Поветкина, А. В. Гемонов и др. // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 1. – С. 18–35.
10. Смирнов, К. Ю. К вопросу о применении квадрокоптеров для автоматической оценки лесопатологического и фитосанитарного состояния насаждений / К. Ю. Смирнов, А. В. Гемонов, А. С. Боева и др. // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы: м-лы Всеросс. конф. с междунар. участием. Отв. ред. А. В. Лебедев. – Кологрив, 2018. – С. 290–294.
11. Смирнов, К. Ю. Опыт применения беспилотных летательных аппаратов для оперативного мониторинга лесных биогеоценозов при возникновении чрезвычайных ситуаций

чайных ситуаций / К. Ю. Смирнов, А. В. Гемонов, А. В. Лебедев и др. // Вклад особо охраняемых природных территорий в экологическую устойчивость регионов: современное состояние и перспективы: м-лы Всеросс. конф. с междунар. участием. Отв. ред. А. В. Лебедев. – Кологрив, 2018. – С. 284–289.

12. Чернявин, П. В. Изменение характеристик лесного фонда заповедника «Кологривский лес» / П. В. Чернявин, А. В. Лебедев, А. В. Гемонов и др. // Научные труды государственного природного заповедника «Кологривский лес». Отв. ред. А. В. Лебедев. – Кологрив, 2017. – С. 6–12.

УДК 528.88

**И. М. Копанева, Е. А. Рублева**

*ФГБОУ ВО Удмуртский государственный университет*

## **ВЫЯВЛЕНИЕ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ LANDSAT СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, ЗАРАСТАЮЩИХ ЛЕСОМ, И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ**

Данные дистанционного зондирования Земли и геоинформационное картографирование широко используются во многих отраслях народного хозяйства, в том числе и для решения современных проблем лесного хозяйства. Исследуется проблема зарастания сельскохозяйственных земель лесной растительностью и решение конкретных задач: выявление свалок, вырубок, пожарищ и больных деревьев с использованием данных дистанционного зондирования Земли, возможностей ГИС-технологий и данных публичной кадастровой карты.

Методы дистанционного зондирования Земли давно используются для обеспечения лесного хозяйства актуальными и достоверными данными. Они незаменимы при выполнении лесоустроительных работ, государственной инвентаризации лесов с целью определения качественных и количественных характеристик лесных массивов, для оценки ущерба, нанесенного лесным массивам пожарами, болезнями леса, загрязнением воздуха, незаконными рубками, при осуществлении противопожарного и лесопатологического мониторинга, государственного мониторинга воспроизводства лесов и экологического мониторинга состояния ландшафтов [2, 3].

В России проведены большие исследования по использованию данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) для определения состояния лесов. Первое изучение по черно-белым аэрофотоснимкам масштаба 1:8000 – 1:10 000 сухостойных насаждений и определения их степени усыхания в 1926 г. проводил Г. Г. Самойлович. Особенности лесопатологического дешифрирования аэрокосмических снимков изучали также С. В. Белов, А. А. Кирильцева, А. С. Исаев, Ю. А. Прокудин, В. Я. Ряполов, В. В. Киселев, Ю. П. Кондаков, П. А. Кропов, В. М. Жиринов, С. Е. Ямбург, Л. А. Берснева и другие исследователи [1].

В проведенном исследовании рассматриваются:

1) территория Воткинского района Удмуртской Республики (УР), где наблюдается зарастание сельскохозяйственных угодий лесом;

2) выявление и картографирование лесопатологических территорий лесного фонда Удмуртской Республики (УР) с применением многозональной спутниковой съемки.

Зарастание сельскохозяйственных угодий лесом очень часто связано с перераспределением земельных угодий, их дроблением, что в свою очередь приводит к сокращению площадей сельскохозяйственных угодий. В настоящее время остро стоит вопрос о возможности перевода сельхозземель в другие категории, в том числе в категорию лесного фонда.

Для решения данного вопроса необходимо выбрать наиболее оптимальную технологию:

– полевая технология. Это наиболее затратная с экономической точки зрения технология, малопродуктивная, повторяющая выполненные кадастровые работы на многих участках, но данные максимально точные, актуализированные;

– камеральные работы с использованием данных дистанционного зондирования Земли (данных ДЗЗ). Такие работы позволяют использовать как архивы некоммерческих космоснимков, так и современные данные ДЗЗ. На первом этапе выявления сельхозземель, которые зарастают лесной растительностью, можно использовать многозональные космоснимки со спутника Landsat. После их обработки можно привлечь данные с публичной кадастровой карты. Работы выполняются в малобюджетном варианте, с высокой достоверностью (с использованием данных Росреестра).

Участки сельхозземель, на которые отсутствовала информация на публичной кадастровой карте, векторизовались в ГИС

MapInfo по многозональным снимкам спутника LandSat. Были выбраны эталонные участки с разной конфигурацией (с разным количеством поворотных точек), данные на которые имеются на публичной кадастровой карте, и эти участки также векторизовались в ГИС MapInfo, при этом расхождение данных по одноименным участкам соответствует допустимой норме DP.

При исследовании были выявлены процессы зарастания пашни и естественных кормовых угодий кустарником и мелколесом. Доминирующими породами на территории Воткинского района являются сосна и лиственные древостои с преобладанием березы [4]. По данным статистики и сельскохозяйственной переписи, ежегодно уменьшаются площади сельхозугодий на всей территории УР.

Для исследования по данным публичной кадастровой карты были выбраны 357 участков, а также была составлена таблица (табл. 1).

Таблица 1 – Данные, полученные по публичной кадастровой карте

№	Кадастровый номер	Форма собственности	Площадь общая, кв. м	Площадь зарастающая кв. м	Дата постановки на учет
1	18:04:000 000:503	Земли сельскохозяйственного назначения	460 000		12.03.2015
2	Север 18:04:002 001:582	Не найден		1 760 379	б\ регистр
3	18:04:000 000:1512	Собственность публично-правовых образований	2 101 500		Ранее учтен 2015
4	18:04:000 000:1513	Собственность публично-правовых образований	643 000		Ранее учтен 2015
5	Север 1513	Не найден	63 340		б\ регистр
6	Юго-восток 18:04:000 000:1519	Не найден	753 690	753 690	б\ регистр
7	Юго-запад 18:04:000 000:1519	Не найден	382 769	382 769	б\ регистр
...	...	...	...	...	...
3 3 5	18:22:019 001:1003	Земли сельскохозяйственного назначения	1 470 000	1 470 000	31.10.2016
	Сумма кв. м Сумма га		263 649 099 26 364,9099	146 348 157 14 634,8157	

Методика исследовательской работы основывается на выявлении бывших сельскохозяйственных земель, зарастающих молодняками деревьев, на основе использования космических снимков LandSat 8 и данных, полученных с публичной кадастровой карты Росреестра. При этом в качестве вспомогательного инструмента использовались ресурсы Яндекс-карт на территорию Воткинского района Удмуртской Республики. Основные этапы работы:

1. Выявление зарастания бывших сельскохозяйственных земель породами-пионерами (сосна, береза) на территории Воткинского района УР путем выборочного сбора данных по снимку LandSat 8.

2. Создание тематической карты исследуемых районов, определение точности границ площадей зарастания молодняками березы и сосны с использованием метода GIS – технологий и данных Росреестра.

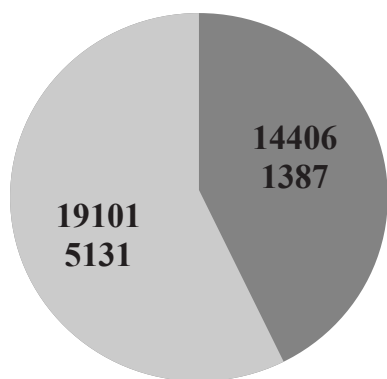
На тестовые участки исследований по космоснимкам дополнительно добиралась информация по публичной кадастровой карте, которая позволяет рассмотреть в крупном масштабе площади сельхозугодий зарастающих лесом, при этом участки должны быть бывшими землями сельскохозяйственного пользования и расположены в пределах границ Воткинского района УР.

В результате с помощью ПК ENVI 4.7. и ГИС MapInfo были получены тематические карты-схемы сельхозземель, зарастающих лесом, основанные на спутниковых снимках LandSat 8.

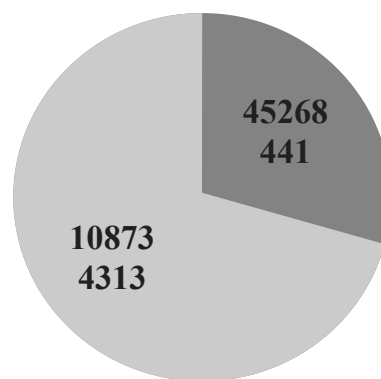
Анализ полученных карт лесной растительности на космических снимках LandSat 8, произрастающих на сельхозземлях, позволил обобщить результаты и сделать выводы о масштабах происходящих сукцессий для Воткинского района УР. В частности, большие территории зарастания молодняками березы и сосны на сельхозземлях были выявлены на севере, западе и востоке Воткинского района. Не зарегистрированные участки, как правило, большие по площади и больше подвержены запустению, а следовательно, зарастанию лесом (рис. 1, 2).

Исследование по выявлению лесопатологических территорий лесного фонда Удмуртской Республики опиралось на использование многозональных снимков на территорию УР, полученных с помощью сервиса USGS (United States Geological Survey), который является открытым проектом Геологической службы США. Данные были представлены в виде архива графических файлов в формате TIF.





**Рисунок 1 – Соотношение используемых по назначению сельхозземель и сельхозземель зарастающих лесом:**  
 191015131 – зарастающие земли  
 144061387 – используемые земли



**Рисунок 2 – Соотношение площадей зарегистрированных и не зарегистрированных сельхозугодий:**  
 108734313 – зарегистрированные  
 45268441 – незарегистрированные

Одной из первых задач обработки спутниковых снимков является объединение каналов снимка, снятых в различных спектрах в один растр. Снимки со спутников разложены по нескольким каналам – по отдельности каждый из каналов представляет собой монохромное (серое) изображение. Объединение различных каналов в различных порядках позволяет получить различную по своей гамме итоговую картину растра. В настоящее время для каждой области Земли существуют в свободном доступе снимки со спутников Landsat-7 и Landsat-8, детальность съемки которых составляет 15 метров на пиксел, а это означает, что масштаб полученного изображения будет составлять приблизительно 1:900. В Таблице 2 приведены спектральные диапазоны спутниковых снимков со спутника Landsat-8.

Различные комбинации каналов видимого и ближнего инфракрасного излучения используются для решения большого числа тематических задач: классификация и анализ состояния растительного покрова; изучение сельскохозяйственных земель, водно-болотных угодий; классификация изменений в лесных массивах; картографирование таксационно-биометрических характеристик лесных насаждений; определение запасов древесных пород; картографирование почв; изучение динамики пожаров и пост-пожарного анализа территории. Комбинации различных каналов спутника Landsat зависят и от условий конкретной сцены (район, сезон съёмки и т. д.).

При обработке снимка Landsat-8 с помощью комбинации каналов 5-6-4 можно выделить такие лесные патологии, как пожары-

ща. Очаги пожарищ будут выделяться почти чёрным цветом и неровной границей внутри лесных массивов, которые выделяются ярко- и тёмно-бордовым цветом.

Таблица 2 – Спектральные диапазоны (каналы) спутника Landsat-8

Номер канала	Пространственное разрешение, м/пиксел	Спектральное/радиометрическое разрешение	
		Начало спектра, нм	Конец спектра, нм
1. Побережья и аэрозоли	30	433	453
2. Синий	30	450	515
3. Зеленый	30	525	600
4. Красный	30	630	680
5. Ближний инфракрасный	30	845	885
6. Ближний инфракрасный	60	1560	1660
7. Ближний инфракрасный	30	2100	2300
8. Панхроматический	15	500	680
9. Перистые облака	30	1360	1390

Для того чтобы получить многозональное изображение для дешифрирования свалок, в качестве эталона была использована санкционированная ижевская свалка, с помощью которой была найдена подходящая комбинация яркостных каналов. В результате обработки свалки отображались характерным светло-лиловым цветом, дополнительными дешифровочными признаками выступили их частое расположение у дорог и характерная форма. Параллельно производилась проверка полученных результатов по данным, полученным с картографических сервисов «Яндекс.Карты» и «Google Maps», т.к. снимки с этих сервисов отличаются большей детальностью.

Участки леса с большими деревьями также достаточно хорошо выделяются на многозональном снимке при условии тщательного подбора яркостных каналов (н-р, комбинация 7-6-5). Такие участки имеют более светлый тон по сравнению со здоровым лесом. При изучении спутниковых данных на сервисе «Яндекс Карта» необходимо отметить, что одним из признаков больных деревьев является их тонкая тень и редкость леса.

Хотя вырубки не относятся к лесным патологиям, тем не менее, это достаточно большая проблема, если вырубки относятся к разряду незаконных. Выявить их достаточно сложно, поэтому применение данных ДЗЗ при решении этой проблемы играет значительную роль. Как правило, вырубки дешифрируют по бо-

лее светлому тону, по наличию четких прямоугольных границ и лесовозных дорог и др. На многозональных снимках хорошо виден контраст между вырубками и примыкающими стенами леса. Используя комбинацию каналов 5-6-4, можно получить характерный бордовый цвет густого леса и светлые вырубленные участки. Анализируя разрешительную документацию на лесной участок, можно сказать, законная вырубка или нет.

После обработки и анализа многозональных снимков на предмет выявления той или иной лесной патологии необходима дальнейшая векторизация результатов обработки. Это позволит более точно и масштабно визуализировать проблемные участки и провести дополнительный анализ количественных характеристик.

#### Список литературы

1. Методы мониторинга вредителей и болезней леса / Под общ. ред. В. К. Тузова. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 56 с.
2. Космический мониторинг в лесном хозяйстве – М.: Совзонд, 2018. – 26 с.
3. Автоматическая классификация космических снимков лесных участков с использованием алгоритма ISODATA / Г. Л. Храмов, Д. А. Поздеев, Н. М. Итешина // Геоинформационные технологии в сельском хозяйстве: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Оренбург: ФГОУ ВПО Оренбургский ГАУ, 2013. – С. 77–80.
4. Уткин, А. И. О наступлении лесной растительности на сельскохозяйственные земли в Верхнем Поволжье / А. И. Уткин, Т. А. Гульбе, Я. И. Гульбе, Л. С. Ермолова // Лесоведение. – № 5. – С. 44–52.

УДК 630\*232.315.3

**Д. Кулигина, Н. В. Духтанова**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД К ПОСЕВУ**

Представлены результаты всхожести семян, подготовленных к посеву разными способами. Результаты исследований показали необходимость подготовки семян к посеву.

В связи с задачами лесного хозяйства по выращиванию качественного лесопосадочного материала в питомниках возникает

необходимость применения разных способов предпосевной подготовки семян и выбор наиболее продуктивного способа.

Выбор того или иного способа предпосевной подготовки семян определяется причинами, препятствующими их прорастанию: низкой водопроницаемостью и твердостью внешнего покрова семян, недоразвитостью зародыша и др. Глубина покоя семян варьирует не только у разных видов, но и в пределах одного вида и зависит от условий, в которых происходило формирование семян, степени их зрелости, длительности и условий хранения.

Как правило, к наиболее распространенным способам предпосевной подготовки семян относятся: стратификация, снегование, механическое, термическое и химическое воздействие на внешние покровы, обработка микроэлементами и стимуляторами роста, звуковое, ультразвуковое и магнитное облучение, дезинфекция и дезинсекция. Стратификация семян заключается в том, что семена на достаточно длительное время (от 1 месяца до года) помещаются в холодную влажную среду. Под воздействием определенных температур, влаги и воздуха происходит размягчение оболочек семян, и появляются ростки.

Снегование – это вид стратификации семян, который проводится в снегу при устойчивом сохранении низкой температуры, близкой к 0 °С. Воздействие низкой температуры повышает энергию прорастания и грунтовую всхожесть семян, повышает жизнеспособность молодых растений, их морозоустойчивость и засухоустойчивость.

Снегование применяют для мелких хвойных семян таких, как ель, лиственница, сосна, пихта сибирская и лиственных пород: береза, жимолость татарская, ирга круглолистная и другие. Период снегования составляет от одного до четырех месяцев.

Предпосевная обработка семян стимуляторами роста повышает энергию прорастания и грунтовую всхожесть, положительно влияет на рост сеянцев и их устойчивость к грибным заболеваниям. С этой целью чаще всего применяют гибберелловую кислоту (вид гормона, который важен для роста растений) или другие гиббереллины (ГК 3, ГК 4). В нашем случае обработка проводилась препаратом НВ – 101 – натуральный, высокой степени очистки стимулятор роста и активатор иммунной системы. Универсален и подходит для всех видов растений: овощей, фруктов, цветов, ягод, деревьев, кустов, грибов, газонов, злаков и комнатных растений. Препарат выпускается в двух видах: жидкость и гранулы.

Предпосевную обработку семян проводят водными растворами микроудобрений: борной кислоты, сернокислого цинка, сернокислой меди, азотнокислого кобальта, молибденов кислого аммония, сернокислого марганца в концентрации 0,01–0,03 %. Объем раствора должен превышать объем семян в 3–4 раза. Перед посевом семена замачивают на 12–24 часа в растворах, содержащих микроэлементы. Обработанные микроэлементами семена слегка подсушивают на воздухе в тени до состояния сыпучести и сразу высевают.

Звуковые, ультразвуковые, магнитные или другие виды облучения семян перед посевом проводят в строгом соответствии с утвержденными в установленном порядке рекомендациями научно-исследовательских учреждений.

Экспериментальные данные отечественных и зарубежных исследователей свидетельствуют о том, что воздействие различными физическими факторами для активации семян дает почти одинаковый прирост урожая. Поэтому в выборе метода обработки главную роль играют доступность и экологическая чистота.

Инфракрасное, ультрафиолетовое, лазерное облучение относят к фотоэнергетическим методам обработки семян, позволяющим увеличивать урожайность до 11–12 %. Недостатком данного метода является отсутствие повторяемости, т. к. невозможно в одинаковой мере облучить каждое семя.

Предпосевная обработка семян воздействием электромагнитных волн выполняется с целью улучшения их посевных качеств. Обработка в электромагнитном поле дает возможность довольно быстро и просто осуществлять контроль режимов обработки, автоматизировать процесс.

Для проведения исследований использовались семена сосны обыкновенной и ели. Одной из задач исследований было выявить влияние предпосевной обработки семян на грунтовую всхожесть.

Для проведения исследований использованы семена ели и сосны, которые перед посадкой были обработаны тремя способами. Первая часть семян ели и сосны была обработана стимулятором роста НВ-101, вторая часть была облучена на УФ-установке в течение 5 минут, и третья часть была облучена на УФ-установке в течение 10 минут, в качестве контроля – семена необработанные. Семена высеяли в грунт, в теплицу, расположенную на питомнике «Завьяловолес» филиала АУ УР Удмуртлес. По результатам, полученным через две недели, сосна вошла во всех вариантах обработки в одинаковом количестве, и всхожесть составила 50 % от высеянного материала. Лучше

всего взошла часть ели, обработанная облучением на УФ-установке в течение пяти минут, всхожесть составляла 20 семян из 1000 (2 %) посеянных. Семена, облученные на установке в течение 10-ти минут, взошли 10 семян из 1000 (1 %). У семян, обработанных стимулятором роста и не обработанных семян (контроль), всхожесть спустя две недели после посева составила 0,8 %. Результаты всхожести семян сосны в течение двух месяцев после посева представлены в таблице 1, а результаты всхожести семян ели – в таблице 2.

Условные обозначения для таблиц: 1 – семена, обработанные на УФ установке 5 минут; 2 – семена, обработанные на УФ-установке 10 минут; 3 – семена, обработанные стимулятором роста; 4 – без обработки (контроль).

Таблица 1 – Результаты всхожести семян сосны

	Сосна-1	Сосна-2	Сосна-3	Сосна-4
2 недели	50 %	50 %	50 %	50 %
4 недели	75 %	77 %	64 %	72 %
6 недель	85,6 %	86,7 %	72 %	83,2 %

Таблица 2 – Результаты всхожести семян ели

	Ель-1	Ель-2	Ель-3	Ель-4
2 недели	2 %	1 %	0,8 %	0,8 %
4 недели	8,5 %	9,4 %	26,2 %	12,9 %
6 недель	12,6 %	13,4 %	35,7 %	18 %

Предпосевная обработка улучшила всхожесть семян сосны на 2,2 и 3,5 % в двух первых вариантах обработки, третий вариант, обработанный стимулятором роста, всхожесть семян на 11,2 % меньше контрольного.

Для ели наиболее успешным оказался способ обработки семян в стимуляторе роста НВ-101. На низкую всхожесть семян ели повлияли посевные качества семян. Для проведения исследований использованы семена ели III-го класса качества.

Результаты показывают, что при выборе предпосевной обработки семян необходимо учитывать их породу, качество семян и условия для их прорастания.

#### Список литературы

1. Азин, Л. А. Еще раз об эффективности предпосевного активного вентилирования семян / Л. А. Азин, П. П. Романов // Вестник с.-х. науки. – 1979. – № 12.



2. Березина, Н. М. Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных растений / Н. М. Березина, Д. А. Каушанский. – М.: Наука, 1975.

3. Волкович, А. П. Интенсивные технологии выращивания посадочного материала и лесовосстановления: тексты лекций для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» специализации 1-75 01 01 06 «Лесовосстановление и питомническое хозяйство» / А. П. Волкович, В. В. Носников. – Минск: БГТУ, 2015. – 74 с.

4. Якимов, Н. И. Биометрические показатели и густота однолетних сеянцев сосны и ели в закрытом грунте при разных нормах высева семян / Н. И. Якимов, Н. К. Крук, А. В. Юренин // Проблемы лесоведения и лесоводства. – Гомель, 2016. – Вып. 76. – С. 302–306.

УДК 502/504:630\*53

**А. В. Лебедев**

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*

## **ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ВЫСОТ ДЕРЕВЬЕВ ОТ ДИАМЕТРОВ НА ВЫСОТЕ ГРУДИ**

Высота деревьев на отдельном участке обычно рассчитывается с использованием парных зависимостей, в которых она является функцией от диаметра на высоте груди. Среди парных моделей двухпараметрические являются самыми простыми. Результаты исследования подтвердили целесообразность использования на практике уравнения Неслунда, которое часто применяется в лесохозяйственных работах.

В качестве одних из самых важных таксационных показателей в лесном хозяйстве являются диаметр дерева на высоте груди ( $DBH$ ) и высота ( $h$ ). С использованием этих показателей осуществляется определение объемов столов и отдельных сортиментов [5], биомассы и других характеристик. Определение высот деревьев является более трудоемкой задачей по сравнению с диаметрами. Поэтому, как правило, на лесном участке проводится измерение высот не для всех деревьев, а только небольшой их части. По результатам выборочных измерений недостающие высоты рассчитываются по парной зависимости от диаметра на высоте груди [3].

Наиболее простыми моделями зависимости высоты деревьев от диаметра на высоте груди являются двухпараметрические, и они находят широкое применение в лесотаксационных рабо-

тах. Результаты из работы Osman H. El Mamoun et al. [6] показывают, что двухпараметрические модели являются предпочтительнее трехпараметрических, так как позволяют избежать переобучения на исходных данных. Двухпараметрические модели, в частности уравнение М. Näslund [11], послужили основой для разработки нелинейных моделей со смешанным эффектом для древостоев центральной части Чехии [12].

По литературным источникам [2, 4, 8, 9] были отобраны 14 двухпараметрических моделей, для которых по материалам измерения высот и диаметров в березовых древостоях Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева [1] были оценены параметры и метрики качества (RMSE,  $R^2$ , AIC, BIC). Перечень моделей представлен в таблице 1 ( $h$  – высота, м;  $DBH$  – диаметр на высоте груди, см;  $b$  – параметры уравнений).

По комплексу метрик (RMSE,  $R^2$ , AIC, BIC) худшее качество показали модели № 1 (средние значения RMSE = 1,043;  $R^2$  = 0,774; AIC = 8,0; BIC = 195,4) и № 6 (средние значения RMSE = 1,021;  $R^2$  = 0,774; AIC = 8,0; BIC = 195,4). Одно из лучших решений задачи показала модель № 10 (средние значения RMSE = 0,911;  $R^2$  = 0,821; AIC = -19,1; BIC = 168,3), но функция имеет точку максимума, после которой становится убывающей. Незначительно хуже оказались приводящие к одинаковому решению модели № 11 и № 12 (средние значения RMSE = 0,915;  $R^2$  = 0,819; AIC = -19,4; BIC = 168,0), № 14 (средние значения RMSE = 0,918;  $R^2$  = 0,818; AIC = -18,8; BIC = 168,6), № 4 и № 5 (средние значения RMSE = 0,917;  $R^2$  = 0,818; AIC = -18,8; BIC = 168,6). Часто используемое уравнение М. Näslund [11] (модель № 2) также показало хорошую точность в выравнивании экспериментальных данных.

Таблица 1 – Двухпараметрические модели зависимости высоты деревьев от диаметра на высоте груди

№	Модель
1	$h = 1,3 + b_1 DBH^{b_2}$
2	$h = 1,3 + \left( \frac{DBH}{b_1 + b_2 DBH} \right)^3$
3	$h = 1,3 + \frac{b_1 DBH}{b_2 + DBH}$
4	$h = 1,3 + b_1 \left( \frac{DBH}{1 + DBH} \right)^{b_2}$
5	$h = 1,3 + b_1 \left( 1 + \frac{1}{DBH} \right)^{b_2}$

№	Модель
6	$h = 1,3 + \frac{b_1 DBH}{(1 + DBH)^{b_2}}$
7	$h = 1,3 + b_1(1 - \exp(-b_2 DBH))$
8	$h = 1,3 + \exp\left(b_1 + \frac{b_2}{DBH + 1}\right)$
9	$h = 1,3 + \frac{b_1 DBH}{(DBH + 1) + b_2 DBH}$
10	$h = 1,3 + b_1 DBH \exp(-b_2 DBH)$
11	$h = 1,3 + \exp\left(b_1 + \frac{b_2}{DBH}\right)$
12	$h = 1,3 + b_1 \exp\left(\frac{b_2}{DBH}\right)$
13	$h = 1,3 + b_1 (\ln(1 + DBH))^{b_2}$
14	$h = 1,3 + \left(b_1 + \frac{b_2}{DBH}\right)^{-5}$

Во многих исследованиях в качестве базовой двухпараметрической модели зависимости высоты от диаметра на высоте груди выбирается уравнение М. Näslund [11], и оно характеризуется как наиболее гибкое [7, 10]. Результаты наших исследований подтверждают целесообразность использования на практике данного уравнения.

#### Список литературы

1. Дубенок, Н. Н. Результаты экспериментальных работ за 150 лет в Лесной опытной даче Тимирязевской сельскохозяйственной академии / Н. Н. Дубенок, В. В. Кузьмичёв, А. В. Лебедев. – М.: Наука, 2020. – 382 с.
2. Лебедев, А. В. Верификация двухпараметрических моделей зависимости высот от диаметров стволов по материалам сплошных рубок в березовых древостоях / А. В. Лебедев // Доклады ТСХА: м-лы Междунар. науч. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения В. С. Немчинова; Москва, 03–05 дек. 2019 г. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – Вып. 292. – Ч. II. – С. 549–551.
3. Лебедев, А. В. Верификация трехпараметрических моделей зависимости высоты от диаметра на высоте груди для березовых древостоев европейской части России / А. В. Лебедев, В. В. Кузьмичев // Сибирский лесной журнал. – 2020. – № 5. – С. 45–54.
4. Лебедев, А. В. Проверка двухпараметрических моделей зависимости высоты от диаметра на высоте груди в березовых древостоях / А. В. Лебедев, В. В. Кузьмичев // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – Вып. 230. – С. 100–113.

5. Поздеев, Д. А. Методика определения сортиментной структуры березняков на примере насаждений Базезинского, Глазовского лесничеств Удмуртской Республики / Д. А. Поздеев, П. А. Перминова // Научно обоснованные технологии интенсификации сельскохозяйственного производства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. – С. 224–229.
6. El Mamoun H. O., El Zein A. I., El Mugira M. I. Modelling Height-Diameter Relationships of Selected Economically Important Natural Forests Species // Journal of Forest Products & Industries. 2013. – № 2(1). – P. 34–42.
7. Kangas A., Maltamo M. Anticipating the variance of predicted stand volume and timber assortments with respect to stand characteristics and field measurements // Silva Fennica. 2002. – № 36. – P. 799–811.
8. Lebedev A. V. New generalised height-diameter models for the birch stands in European Russia / A. V. Lebedev // Baltic Forestry. – 2020. – № 26 (2).
9. Lebedev, A. Verification of two- and three-parameter simple height-diameter models for the birch in the European part of Russia / A. Lebedev, V. Kuzmichev // J. For. Sci. – 2020. – № 66(9). – P. 375–382.
10. Mehtätalo, L. Modeling height-diameter curves for prediction / L. Mehtätalo, S. de-Miguel, T. G. Gregoire // Canadian Journal of Forest Research. – 2015. – № 45. – P. 826–837.
11. Näslund M. Antalet provträd och höjdkurvans noggrannhet // Meddelanden fran Statens Skogsforskningsinstitut. 1929 – № 25. – S. 93–170.
12. Sharma R. P., Vacek Z., Vacek S. Nonlinear mixed effect height-diameter model for mixed species forests in the central part of the Czech Republic / R. P.Sharma, Z. Vacek, S. Vacek // Journal of Forest Science. 2017. – № 10. – P. 470–484.

УДК 712.4:712.26(470.57-25)

**К. А. Неретина, Л. Н. Блонская**  
*ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ*

## **СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКОВ В ПРИГОРОДЕ Г. УФЫ**

Рассматриваются основные особенности ландшафтного оформления приусадебных участков в пригороде г. Уфы. Приведен анализ стилевых предпочтений и ассортимента древесно-кустарниковой и цветочной растительности, применяемый в проектах благоустройства и озеленения.

**Введение.** Сегодня озеленение приусадебных участков и их благоустройство очень перспективное, интересное и творческое занятие. Желание людей создать уникальный и индивидуальный

внешний вид своего дома дает огромные возможности для реализации творческого потенциала ландшафтными архитекторами. Ландшафтный дизайн и озеленение приусадебного участка является одним из важнейших этапов при проектировании и строительстве частного дома. Озеленение играет не только рекреационную, но и шумо-, пылезащитную роль, а также регулирует влажность воздуха и способствует благоприятному микроклимату. Это обусловило **актуальность данной темы** нашего исследования [1].

Приусадебный земельный участок – это земельный участок, предназначенный для ведения личного подсобного хозяйства, используемый для производства сельскохозяйственной продукции, а также для возведения жилого дома, производственных, бытовых и иных зданий, строений, сооружений с соблюдением градостроительных регламентов, строительных, экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и иных правил и нормативов. Размещается в пределах черты населенного пункта [7].

Для оформления приусадебного участка применяют ландшафтный дизайн, а это уже авторский проект, разработанный под конкретные природные условия и стилевые особенности уже имеющихся архитектурных объектов. При проектировании загородного участка учитывается образ жизни и мышления, характер и предпочтения владельца сада. Сочетание всего перечисленного позволяет создать модель индивидуального сада, в котором элементы сада не только выглядят красиво, но и гармоничны с существующими постройками [1].

Озеленяемая территория несет особую функциональную нагрузку. Участок предварительно планируют, разбивают на зоны, определяют расположение дорожек. После этого приступают к декоративному озеленению и благоустройству территории. Благоустройство и озеленение территории – это комплекс мероприятий, проводимых для улучшения экологических и эстетических условий на участке с соблюдением санитарных норм и созданием необходимых бытовых условий [4].

**Материалы и методы.** Материалами для статьи послужили проекты озеленения приусадебных участков, разработанные для пригородных поселков г. Уфы, таких, как Чесноковка, 8 марта, Зубово, Фомичево, Шмидтово, за период 2019–2020 гг. Используются методы выделения информативных параметров творческих составляющих проекта, учитывающих функциональность элементов проекта и применяемый ассортимент.

Самый очевидный способ получить красивый ландшафт сада – оформить его в определенном стиле. Классический или регулярный стиль в частном садовом дизайне пригородных поселков г. Уфы встречается редко. В основном встречается пейзажный стиль, который предусматривает естественное расположение растений и минимальное вмешательство человека в природный ландшафт. В отличие от строгих прямолинейных очертаний и тщательной стрижки растений в регулярном стиле природный стиль имитирует естественные пейзажи. Согласно нашим исследованиям, владельцы загородных участков при зонировании своей территории сочетают несколько стилей. Так, входную или парадную зону оформляют в регулярном стиле. В зоне тихого отдыха используются плавные линии дорожек, растения высаживаются в определенном «хаосе» – т.е. придерживаются правил пейзажного стиля. На рисунке 1 можно увидеть процентное соотношение стилевых особенностей в озеленении приусадебных участков г. Уфа [2].

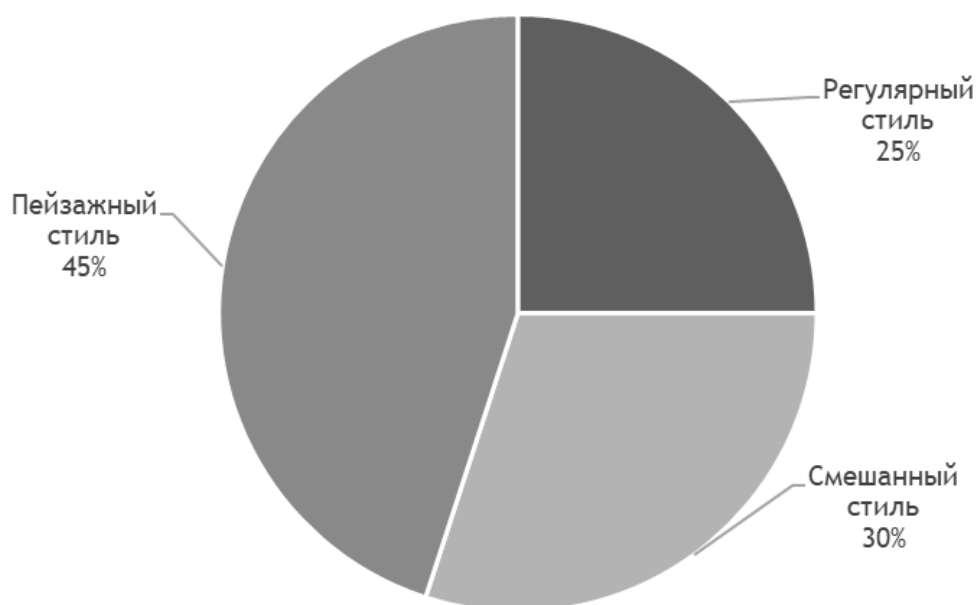


Рисунок 1 – Стилевые особенности в озеленении приусадебных участков г. Уфа

При разработке современного проекта сада учитывают климатические факторы, розу ветров, расположение солнца и почвенные условия. Все это необходимо для того, чтобы правильно подобрать растения, которые будут хорошо себя чувствовать на участке [6].

При подборе посадочного материала владельцы приусадебных участков в рассматриваемых нами населенных пунктах отдают предпочтения районированным видам. В последние годы боль-



шой популярностью пользуются декоративные деревья и кустарники. Большое количество плодовых деревьев и кустарников редко встречается в современных садах под Уфой. В основном их владельцы создают отдельный уголок в саду, где высаживают пару плодовых деревьев и несколько плодовых кустарников. Рядом устраивают декоративный огород и, при необходимости, небольшую теплицу. Огородную часть в основном пытаются скрыть от общей территории при помощи живой изгороди из декоративных кустарников.

Согласно рисунку 2, можно сказать, что популярными в озеленении территории являются хвойные растения (25 % участка занимают хвойные растения). Практически на каждом участке можно встретить тую западную, которая прекрасно прижилась в наших климатических условиях. Хвойные растения любят за то, что они декоративны в течении всего года. На данный момент существуют различные сорта хвойных с различной окраской: от желтого до голубого оттенка хвои. Кроме хвойных растений также популярны декоративнолиственные и красивоцветущие кустарники, такие, как дерен белый, барбарис Тунберга, пузыреплодник калинолистный, бересклет крылатый, форзиция средняя, гортензия метельчатая и древовидная, сирень обыкновенная, чубушник венечный, вейгела цветущая, лапчатка кустарниковая, различные сорта спиреи японской и спиреи серой или березолистной (их доля в саду составляет 33 %). Кроме деревьев и кустарников большую популярность приобрели и многолетние растения, и злаковые культуры (занимают 34 % озеленяемой территории). Их сочетают вместе с декоративными кустарниками и деревьями в различных миксбордерах и пейзажных группах [3].

На основании проведенных исследований можно составить таблицу 1, в которой содержатся самые распространенные в озеленении пригородных участков г. Уфы декоративные цветочные многолетники с указанием их сроков декоративности.

Таблица 1 – Сроки декоративности (цветения) травянистых растений

Название	Сроки декоративности (цветения)					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Хоста гибридная	весь сезон					
Гейхера кроваво-красная	весь сезон					
Очиток видный				+	+	+
Лiatрис колосковый			+	+		

Название	Сроки декоративности (цветения)					
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь
Астильба Арендса			+	+	+	
Флокс шиловидный		+	+		+	
Вербейник монетчатый				+	+	
Посконник пятнистый					+	+
Рудбекия блестящая				+	+	
Эхинацея пурпурная					+	+
Ирис сибирский		+	+			
Гелениум осенний				+	+	+
Пион молочноцветковый		+	+			
Колокольчик карпатский				+	+	+
Живучка ползучая		+	+			
Вейник наземный	весь сезон					
Молиния голубая	весь сезон					
Фалярис тростниковый	весь сезон					

По данным таблицы 1 можно сделать вывод о том, что большим спросом пользуются те растения, которые декоративны более месяца или же цветут повторно через определенное время. Все виды травянистых, указанные в таблице, неприхотливые, что также является плюсом для владельцев приусадебных участков пригорода г. Уфы [5].

**Выводы.** Исходя из вышеуказанных данных, можно сделать вывод о том, что современные тенденции при озеленении приусадебных территорий заключаются в применении пейзажного стиля для оформления сада и использовании преимущественно декоративных древесных и многолетних культур. При этом декоративные деревья и кустарники используются в количестве 33 % от общего ассортимента растений на участках в рассмотренных проектах, хвойные деревья и кустарники составляют 25 %, а плодовые культуры лишь 8 %. Из цветочных растений в приоритете неприхотливые многолетники, а водоемы и малые архитектурные формы используют в 100 % рассматриваемых проектов. В современном ландшафтном дизайне реализуются самые интересные замыслы. Можно сделать садовый участок элегантным и функциональным одновременно. Индивидуальное стилевое решение в свете последних тенденций подчеркнет тонкий вкус и статус владельцев загородной недвижимости.

### Список литературы

1. Демина, А. Р. Проект озеленения приусадебного участка, создающий благоприятную пространственную среду / А. Р. Демина, О. Е. Никитенкова, Е. Х. Нечаева // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ «Нацразвитие»: м-лы Междунар. науч. конф. – СПб., 2019. – С. 111–113.
2. Ишбирдина, Л. М. Флора газонов города Уфы / Л. М. Ишбирдина, Л. Н. Блонская, А. Ш. Тимерьянов и др. // Вестник Башкирского ГАУ. – 2019. – № 4 (52). – С. 24–30.
3. Коваленко, О. А. Планирование и озеленение приусадебных участков с использованием культуры эхинацеи пурпурной (*echinacea purpurea*) / О. А. Коваленко, А. В. Чернова, И. С. Шыян // Агробиология. – 2013. – № 10 (100). – С. 148–154.
4. Конюхова, В. В. Благоустройство и озеленение приусадебных участков в студенческих проектах / В. В. Конюхова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2018. – № 51. – С. 189–192.
5. Чугунова, Е. А. Цветочный дизайн из многолетников непрерывного цветения на территории центра красоты и здоровья «Дельта» / Е. А. Чугунова // Научные труды студентов Ижевской ГСХА [Электронное издание]. Отв. за вып. Н. М. Итешина. – 2020. – № 1 (10). – С. 419–422. – URL: [http://nts-izhgsha.ru/assets/pauchtrudstud\\_1-2020.pdf](http://nts-izhgsha.ru/assets/pauchtrudstud_1-2020.pdf).
6. Щепилова, О. Н. Озеленение приусадебных участков дикорастущими травянистыми растениями на примере *filipendula ulmaria* (L.) MAXIM / О. Н. Щепилова // Фитодизайн в современных условиях: м-лы Международной научно-практической конференции. – 2010. – С. 80–83.
7. Российская Федерация. Законы. О личном подсобном хозяйстве [Текст]: федер. закон: [принят Гос. Думой 27 июня 2003г.: одобрен Советом Федерации 26 июня 2003 г.].

УДК 712.7:712.26

**П. С. Николаева**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА ЧАСТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Рассмотрены малые архитектурные формы и наиболее подходящие из них для использования на частных участках.

Все чаще люди выбирают проживание не в городских условиях, а на своих загородных участках. В связи с этим многие начинают благоустраивать их территорию. Они делают это для того, чтобы на участке можно было отдохнуть как морально, так и физически.

Для достижения расслабленного состояния организма окружающая среда должна полностью способствовать отдыху. Окружение человека не должно быть перегружено ненужными вещами. Оно должно быть уютным, комфортным и доставлять удовольствие владельцу участка [2].

В благоустройстве малые архитектурные формы используют для подчеркивания особенностей озеленения, окружающей архитектуры и формирования эстетического вкуса человека. Малые архитектурные формы являются связующим звеном между инженерными сооружениями и озеленением территории.

Целью работы является выбор малых архитектурных форм, подходящих для использования при благоустройстве частных территорий.

Для достижения заданной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) изучить доступные материалы по малым архитектурным формам (справочники, учебники, статьи);
- 2) определить типы и относящиеся к ним виды малых архитектурных форм.

Для сбора данных были изучены СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75 (с Изменениями N 1, 2). Собран и проанализирован материал по малым архитектурным формам из доступных учебников и статей.

Благоустройство территории – это комплекс мероприятий, направленный на улучшение функционального, санитарного, экологического и эстетического состояния участка. Одним из основных компонентов благоустройства территории являются малые архитектурные формы [5].

Малые архитектурные формы – это искусственные сооружения и декоративные элементы садово-парковой композиции. Каждый элемент выполняет свою функцию и дополняет единую структуру сада [4].

Все малые архитектурные формы можно подразделить на [6]:  
– декоративные (вазы, трельяжи, фонтаны, беседки, декоративные стенки, декоративные водоемы и т.п.);

– утилитарные (лестницы, скамьи, ограды, указатели и т.п.).

В зависимости от стиля участка и концепции дизайнера малые архитектурные формы могут быть из дерева – самый распространенный материал, бетона, металла, пластика или стекла [3].

Наиболее распространенными и подходящими для благоустройства загородных участков являются зеленые сооружения: беседки, перголы, трельяжи, а также различная садовая мебель. Данные малые архитектурные формы подчеркивают озеленение участка и могут использоваться для зонирования территории.

**Беседка.** Это легкое архитектурное сооружение, используется для тихого и спокойного отдыха. Конструкцию и оформление беседок выбирают в зависимости от используемого материала и ландшафтной композиции [3, 6].

**Пергола.** Это ажурная конструкция в виде арки или навеса. Служат опорой для вьющихся растений. Образуют зеленый коридор или тень над местом отдыха [1, 3, 6].

**Трельяж.** Это легкая опора в виде решетки из дерева или металла. Используется для оформления вертикального озеленения вьющимися растениями. Размер определяется функциональным значением и месторасположением на территории. Окрас каркаса должен быть в приглушенных тонах [3, 6].

**Садовая мебель.** В первую очередь это скамейки, садовые стулья, шезлонги, столы. Они должны быть выполнены в том стиле, который сочетается общей концепцией сада [3].

Также для чувства завершенности и целостности сада используют и другие малые архитектурные формы. Они не выделяются, как вышперечисленные, но являются частью общей картины.

Территория загородных участков людей предназначена для отдыха и развлечений, поэтому следует с особой тщательностью подходить к её благоустройству. Все используемые элементы оформления сада должны быть в гармонии и давать находящимся на территории чувство спокойствия и комфорт.

#### **Список литературы**

1. Абсалямова, С. Л. Декоративные растения курс лекций для студентов бакалавриата очной и заочной формы обучения по направлению подготовки «Лесное дело» / С. Л. Абсалямова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014.

2. Абсалямова, С. Л. Благоустройство и озеленение территории сквера Победы г. Ижевска / С. Л. Абсалямова, Т. В. Климачева // Научные инновации в разви-

тии отраслей АПК: м-лы науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию государственности Удмуртской Республики. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020.

3. Горохов, В. А. Городское зеленое строительство / В. А. Горохов. – М.: Стройиздат, 1991. – 416 с.

4. Особенности реконструкции озелененных пространств в виде объектов ландшафтной архитектуры на примере парка им. С. М. Кирова г. Ижевска / Т. В. Климачева, С. Л. Абсалямова, А. А. Камашева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 195–199.

5. СП 82.13330.2016 Благоустройство территорий. Актуализированная редакция СНиП III-10-75 (с Изменениями N 1, 2). – URL <http://docs.cntd.ru/document/456054208> (дата обращения: 28.10.2020).

6. Теодоронский, В. С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студентов вузов / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова. – М.: Академия, 2008. – 352 с.

УДК 712.41

**К. Ю. Прокошева, Р. Р. Абсалямов**  
*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **ПРОБЛЕМЫ ПРИЖИВАЕМОСТИ И РОСТА ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ГОРОДЕ ИЖЕВСКЕ**

Деревья и кустарники в жилой застройке подвержены рекреационной нагрузке, а также в период после посадки за ними не проводят необходимые мероприятия по уходу, в результате чего растения не приживаются в условиях города, а усыхают и погибают.

Увеличение темпов жилой застройки в городе Ижевске с 2016 г. влечет за собой озеленение и благоустройство территорий дворов. Помимо озеленения жилых дворов на территории города появляются новые скверы. Благоустройство и озеленение выполняется в современных тенденциях.

Нами проведен ряд наблюдений и исследований, которые выявили, что городское озеленение выполняется согласно общероссийским нормам, но количество деревьев и кустарников, которое



высаживается на территории города, крайне недостаточно для выполнения санитарно-гигиенической функции зеленых насаждений: газозащитной, пылезадерживающей, шумозащитной, ветрозащитной и др. [1, 8].

Для выполнения санитарно-гигиенических и декоративно-планировочных функций деревья и кустарники в городе должны быть хорошо развиты, сформированы, не иметь признаки поражения вредителями и болезнями. Для хорошего роста деревьев и кустарников на территории жилой застройки необходимо соблюдать ряд условий [4, 5].

На территории жилых дворов деревья и кустарники подвержены усиленной рекреационной нагрузке. Почва вокруг стволов вытаптывается, вследствие чего уплотняется верхний слой. Выламываются ветви на крупных экземплярах, небольшие кустарники вытаптываются полностью. На хвойных деревьях и кустарниках отмечены азотные и солнечные ожоги.

При наблюдении за вновь посаженными растениями на территориях дворов в период с 2016 по 2020 гг. отмечено, что после сдачи жилого дома или сквера уход за растениями не ведется или проводится стихийно, неквалифицированными специалистами. Деревья не поливают, не подкармливают, прикорневой круг в первый же год после посадки зарастает сорными растениями. Формовочную обрезку деревьям и кустарникам не проводят. В результате растения ослабевают, на них появляются признаки ослабления, в результате деревья поражаются вредителями и усыхают [3, 6].

По наблюдениям в среднем за первый год выпад растений составляет от 25 до 46 % в зависимости от жилого двора. Во второй год от 15 до 25 %, в третий год после посадки от 5 до 10 %. Это достаточно большой процент выпадения, в результате которого происходит частичная смена древесно-кустарниковых растений. Замену производят чаще всего жители двора, без учета ландшафтной планировки. Растения привозят со своих приусадебных участков либо выкапывают в лесу. В результате полностью теряется композиционный замысел данной территории.

Необходимо разработать индивидуальный комплекс мероприятий по уходу за растениями для каждого двора, привлечь специалистов для данных видов работ.

Отмечено, что при производстве работ по озеленению страдает качество посадочного материала. Выявлено, что на территории города Ижевска более 60 % деревьев высаживаются с откры-

той корневой системой, 30 % это растения, выкопанные из грунта, и только 10 % деревьев – это крупномеры с закрытой коревой системой. При таком состоянии посадочного материала необходимо четко соблюдать сроки посадок для нашего региона, что делается далеко не всегда. Связано это чаще всего со сроками сдачи объекта.

Для лучшей приживаемости в условиях города мы предлагаем высаживать деревья, выращенные в питомниках, у которых хорошо сформирована крона и корневая система. При посадке растений в комах необходимо обращать внимание на то, чтобы ком был упакован в специализированную сетку или в мешковину с металлической сеткой [1, 2].

Кустарники в групповые посадки рекомендуем высаживать исключительно с закрытой корневой системой, высотой не менее 60–80 см. При посадке кустарников меньших размеров и с открытой корневой системой отмечен большой процент отпада, он составляет 35–45 % от общего числа высаженных экземпляров. Посадка в живые изгороди кустарников высотой 40–60 см и кустарников с открытой корневой системой показала себя оптимально [7].

Мы рекомендуем на этапе строительства сохранять существующие взрослые насаждения или отдельно стоящие экземпляры деревьев и кустарников, вписывая их в общую композицию территории жилой застройки. Это позволит на этапе сдачи объекта создать объемно-пространственную структуру двора, и растения смогут выполнять свою основную санитарно-гигиеническую роль.

#### Список литературы

1. Теодоронский, В. С. Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры: учебник для студентов высших учебных заведений / В. С. Теодоронский, Е. Д. Сабо, В. А. Фролова. – М.: Академия, 2008. – 352 с.
2. Климачева, Т. В. Особенности реконструкции озелененных пространств в виде объектов ландшафтной архитектуры на примере парка им. С. М. Кирова г. Ижевска / Т. В. Климачева, С. Л. Абсалямова, А. А. Камашева // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. в 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – С. 195–199.
3. Абсалямова, С. Л. Декоративные растения курс лекций для студентов бакалавриата очной и заочной формы обучения по направлению подготовки «Лесное дело» / С. Л. Абсалямова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014.
4. Абсалямова, С. Л. Благоустройство и озеленение территории сквера Победы г. Ижевска / С. Л. Абсалямова, Т. В. Климачева // Научные инновации в раз-

витии отраслей АПК: м-лы науч. конф., посвящ. 100-летию государственности Удмуртской Республики. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА. – 2020.

5. СНиП 2.07.01-89\*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Госстрой России. – М.: ГПЦПП, 1994. – 64 с.

6. Теодоронский, В. С. Ландшафтная архитектура и садово-парковое искусство / В. С. Теодоронский, В. Л. Машинский. – М.: МГУЛ, 2001. – 95 с.

7. Сафин, Р. Р. Садово-парковое искусство [Электронный ресурс] : учеб. пособ. / Е. А. Белякова, И. А. Валеев, Р. Р. Сафин. – Казань: КГТУ, 2009. – 115 с. – URL: <https://tucont.ru/efd/260978>(дата обращения: 26.11.2020).

8. Попова, О. С. Древесные растения в ландшафтном проектировании и инженерном благоустройстве территории: учебное пособие / О. С. Попова, В. П. Попов. – СПб.: Лань, 2014. – 320 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/45928> (дата обращения: 26.11.2020).

УДК 502/504:712.2:635.9

**Н. В. Птицына**

*ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАСИВОЦВЕТУЩИХ ОДНОЛЕТНИКОВ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ТЕРРИТОРИИ ХРАМА**

Отражено средовое формирование и благоустройство территории православного Храма Илии Пророка, расположенного по адресу: Смоленская область, г. Ельня, которое должно создавать благоприятные условия для культового воздействия на верующих и обогащать архитектурный облик храма.

Развитие и благоустройство прилегающих к храму территорий имеет важное значение. Специфические особенности сооружений православных храмов и организация их территорий заключаются в необходимости их подчинению каноническим церковным требованиям, которые основаны на православной догматике и храмостроительных традициях. Природные условия, площадь территории оказывают непосредственное влияние на оформление территории.

Сады на территориях храмов занимают особое место в системе озеленения города. Их созданием и содержанием занимаются

исключительно церковные общины, большая часть которых приобретает посадочный материал за счет средств благотворительности. Лишь некоторые из них прибегают к услугам ландшафтных фирм [5].

Исторически так сложилось, что редкий город России может соперничать по количеству церквей, храмов и монастырей со Смоленской областью. Это одна из тех достопримечательностей города и области, которую обязательно посещают туристы. Практически во всех туристических путеводителях можно найти православную церковь Ильи Пророка в г. Ельня. Храм расположен по адресу: Смоленская область, г. Ельня, ул. Спортивная, дом 6.

Здание, в котором в настоящее время действует церковь святого Ильи пророка, было построено в XIX веке, и изначально принадлежало Спасо-Преображенскому собору. Архитектурный комплекс состоит из паперти, притвора, собственно храма, алтарной части и колокольни.

Прилежащая территория церкви находится в запущенном состоянии, газонов как таковых нет, растет сорная трава, на участках газона протоптаны тропинки. Деревья, произрастающие на данном объекте, посажены в хаотичном порядке и представляют собой жалкое подобие «скверика» [6].

В связи с этим цель наших исследований заключалась в создании проекта по озеленению и благоустройству территории православного Храма Ильи Пророка.

Для достижения данной цели нами были поставлены следующие задачи:









































































1. Исследовать территорию: панорамная съемка; замеры территории; определение ориентации местности; определение преобладающего ветра.
2. Составить геоботаническое описание участка.
3. Составить эскизы проекта; описание планируемого благоустройства; генеральный план.
4. Составить технологии выполнения работ: технологию разбивки клумбы.
5. Составить разбивочные чертежи проекта.

При обустройстве территории вокруг храма мы использовали регулярный стиль. Воссоздать его можно при помощи топиарных форм лиственных и хвойных растений, четких линий цветочных бордюров и клумб, поэтому для организации цветника были выбраны следующие цветочно-декоративные культуры:

– хоста Форчуна – эффектно в одиночных посадках на фоне газона, особенно пестролистные формы. Подходит для бордюров, рабаток, смешанных групп;

– бегония изящная – обильно цветет все лето и осень. Для нашего проекта мы выбрали бегонию изящную белую, изящную розовую и изящную пурпурную. Именно такое цветовое решение будет гармонично и выгодно смотреться на фоне газонов, лиственных деревьев и низкорослых кустарников. К тому же предложенный нами ассортимент достаточно дешевый на рынке рассады цветочных культур, что весьма актуально для церковной общины [3].

Таблица 1 – Календарь декоративности

Наименование	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	Высо- та	Окрас
1. Липа (Мелколистная Тһіасordбта)									25 м	Желт.
2. Тополь Пирамидальный (Populuspyramidalis)									30 м	Зелен.
5. Береза Пушистая (Вйтularapubйscens)									15 м	Зел.
6. Ель обыкновенная (Рһсеабbies)									10 м	Зел.
7. Кизильник Блестящий (Cotoneásterlucidus)									150 см	Роз.
1. Хоста Форчуна									40 см	Зел.
2. Бегония изящная белая									30 см	Розов.
3. Бегония изящная розовая									30 см	Фиол.
4. Бегония изящная пурпурная									30 см	Бел.

Для того, чтобы клумба радовала своим видом весь период с ранней весны до глубокой осени, необходимо составить календарь цветения, в котором будут отсортированы растения по срокам цветения. С его помощью можно выбрать растения для клумбы, цветущей с весны до осени. Календарь декоративности составляется для удобства подбора растений своевременно с созданием проекта в зависимости от сроков цветения, цвета и размеров.



Предложенный нами ассортимент однолетних красивоцветущих культур составлен таким образом, что эстетическое удовольствие они будут доставлять с мая по ноябрь. Уже с начала мая радовать глаз своим цветением начнет бегония изящная, которая лишь глубокой осенью закончит цветение. Хоста Форчуна цветет лишь в августе, но ее листья не менее декоративны, чем цветы.

Благоустройство и озеленение православного Храма Ильи Пророка представляет собой комплекс мероприятий, направленных на создание благоприятных, здоровых и культурных условий жизни, трудовой деятельности. Комплексное благоустройство и озеленение православного Храма неразрывно связано. С каждым годом количество автотранспорта в городах растет, следовательно, неуклонно повышается выброс в атмосферу вредных выхлопных газов, поэтому озеленение территории даже вокруг церквей становится все актуальнее. Чтобы нормально дышать и работать, нужно постоянно очищать воздух, а справиться с этим могут только растения.

Основу технического проекта составляет генеральный план в масштабе 1:500 с нанесением сооружений, дорожек, площадок, водоемов, открытых пространств (в том числе газонов, цветников и др.), насаждений древесно-кустарниковой растительности, а также с приложением схемы зонирования территории и очередности ее освоения.



Рисунок 1 – Генеральный план (Программа «Наш сад рубин» 10.0)

Генеральный план проектируемого участка сделан в масштабе 1:100, на нем отмечены стороны света (север-юг), составлена экспликация, просчитан баланс территории и нанесены условные обозначения. Также на генеральном плане показана транзитная



зона – это проходная зона и зона дорожек. На данной территории дорожки будут иметь тротуарную плитку.

Согласно нашему проекту, посажены лиственные и хвойные деревья, а также лиственные кустарники. Прицерковная территория разделена мощеными дорожками на газоны и клумбы. Ассортимент клумб представлен однолетними красивоцветущими культурами в нежно-розовой цветовой гамме.

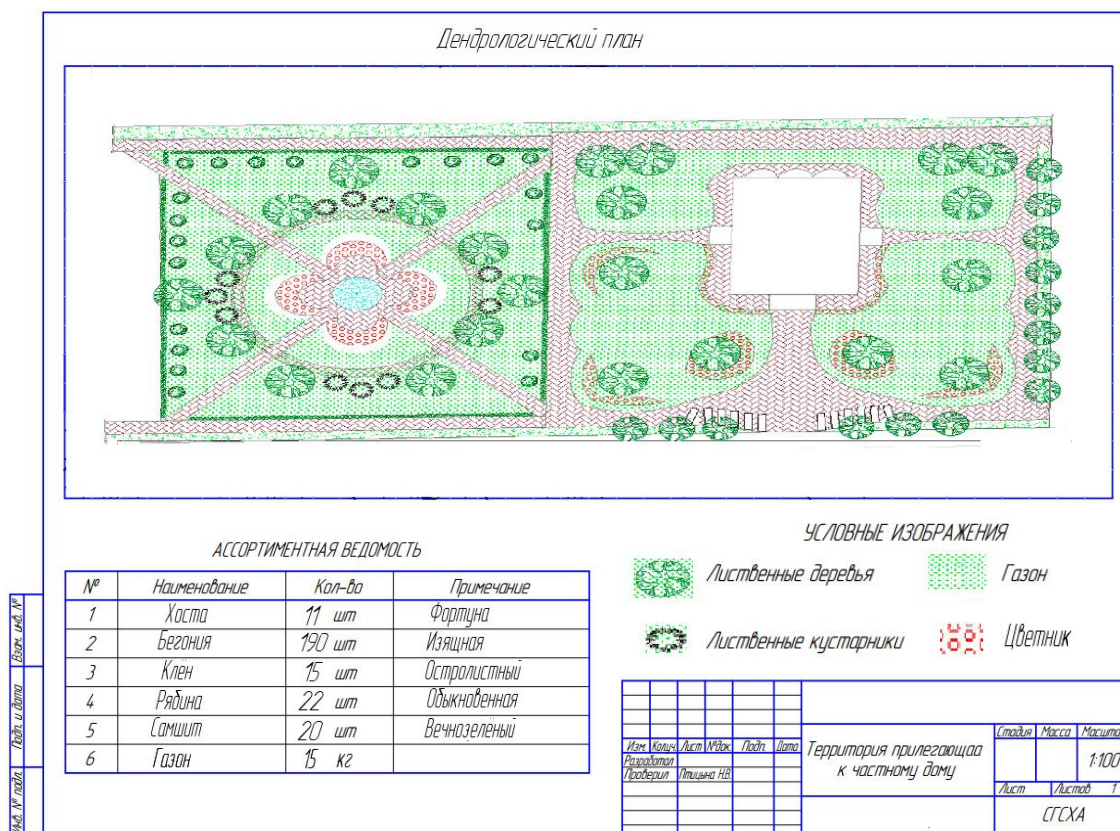


Рисунок 2 – Дендрологический план-схема (Программа Compas 3D)

Разбивочный чертеж предназначен для бригады строителей. На данном, разбивочном чертеже указаны дорожки с размерами. Ширина дорожки у входа 2 метра и сужается к центру до 1,5 метра, общая площадь составляет 182 кв. м. Для покрытия дорожки была выбрана тротуарная плитка двух цветов (коричневая и серая). Перед папертью, притвором и колокольной вымощена небольшая площадка из фигурной тротуарной плитки цвета слоновой кости.

Целью данного проекта было закрепление теоретических знаний, приобретенных на протяжении изучения курса «Ландшафтный дизайн», которые выражаются в виде созданного генерального и дендрологического планов комплексного благоустройства прихрамовой территории.

Предложенный ассортимент растений устойчив к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и соответствует христианским ценностям.

Основные принципы, которых придерживались в процессе создания культурного ландшафта, максимально возможное сохранение участков с естественной средой, гармоничное сочетание элементов искусственной и естественной среды, разнообразие и живописность пейзажей.

По окончании работы над проектом можно сказать, что достигнута главная цель – спроектирован наполненный эмоциональным содержанием объект средовой организации существующего пространства сельской местности – территории храма Илии Пророка. В настоящее время очень важно, чтобы храм привлекал людей. Озелененная и благоустроенная территория дает людям возможность подольше наслаждаться тем умиротворением и спокойствием, которое они могут получить, придя в храм.

Определены растения, с помощью которых можно выразить православное мироощущение в саду при храме, при этом соблюдая баланс между историчностью и парадностью оформления, потребностями музейно-туристического дела и религиозного общества. Указанные растения помогут сделать территорию храма уникальной и притягательной для публики и удобной для прихожан.

#### Список литературы

1. Кулиева, В. А. Особенности озеленения территорий храмов / В. А. Кулиева, Т. А. Андрушко // Материалы 3-ей Всеросс. конф. по итогам научно-исследовательской и производственной работы студентов за 2013 г. – Саратов: СГАУ, 2014. – С. 78.
2. Маргайлик, Г. И. Справочник озеленителя / Г. И. Маргайлик. – Мн.: Польша, 2009. – 144 с.
3. Православные храмы и комплексы: пособие по проектированию и строительству (к СП 31-103-99). МДС 31-9.2003/АХЦ «Арххрам». – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 361 с.
4. СП 31-103-99 Здания, сооружения и комплексы православных храмов.
5. Соколова, Е. В. Динамика изменения флоры городского парка им. Кирова / Е. В. Соколова // Научно обоснованные технологии интенсификации с.-х. производства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2017. – С. 100–101.
6. Соколова, Е. В. К флоре Удмуртского ботанического сада / Е. В. Соколова, О. П. Семакина // Эколого-популяционный анализ полезных растений: интро-

дукция, воспроизводство, использование: м-лы X Международного симпозиума. – Сыктывкар, 2008. – С. 184–185.

УДК[632.51:582.794.1]:632.934

**В. А. Руденок, Т. А. Строт**  
*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **МЕТОД МАССОВОЙ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ**

Рассматривается вопрос химической борьбы с борщевиком Сосновского.

Борщевик продолжает захватывать все новые массивы пахотных земель. Нами ранее [1, 2] проводились испытания различных химических способов уничтожения борщевика. На первом этапе установили, что для борьбы с сорными растениями могут применяться доступные химические реактивы, такие, как аммиачная селитра, соляровое масло и мочевины. Испытания проводили в зимний период в условиях лаборатории на примере одуванчика. Реактивы вводились в проделанные в корневище отверстия. По истечении некоторого времени стебель и корневая система растения погибали. Затем эти же реактивы испытаны в полевых условиях непосредственно на растениях борщевика. У сформировавшихся растений в стебле вблизи корня выполнялось отверстие, через которое в физиологическую жидкость, содержащуюся в полости ствола, вводили реактив. Во всех случаях растения погибали в течение одной недели. Эффективность воздействия на растения у перечисленных выше реактивов была различной во времени и в степени разрушения ткани стебля. Но у всех вариантов был один недостаток – обрабатывать необходимо было каждое растение в отдельности, и это было несопоставимо с огромными масштабами распространения борщевика. Необходимо было модифицировать метод, сделать его масштабным, рассчитанным на обработку больших массивов зарослей сорняка. Очевидно, требовался метод обработки целых массивов орошением или поливом. Для этой цели в большей мере подходило соляровое масло (дизельное топливо). Но массовое распыление дизельного топлива на большие площади было бы небезопасным с пожарной точки зрения. Соляровое масло – это углеводород общего состава  $C_{12-14}H_{23-29}$ , с молекулярной массой 209 – 260 г/м. Благода-

ря высокой молекулярной массе он менее летуч, чем бензин и керосин, но к поддержанию горения способен. Необходимо было разработать композицию, исключаящую опасность возгорания реактива. С этой целью было принято решение готовить эмульсию смешением солярового масла и жидкого мыла (в продажу поступает как водный 20 % раствор под названием «Концентрат Мыло хозяйственное», ГОСТ 31696-2012). Был приготовлен ряд рецептур эмульсии в большом диапазоне концентраций (табл. 1). Наблюдение за приготовленными рецептурами эмульсий показало, что с течением времени в ряде случаев наблюдается расслоение эмульсии. При избытке в смеси солярового масла оно выделялось в отдельную фракцию в верхней части смеси. Напротив, при избытке жидкого мыла оно также имело тенденцию к выделению в отдельную фракцию, но в нижней части смеси. В случае, когда соотношение компонентов было оптимальным, эмульсия не расслаивалась и продолжала оставаться в виде непрозрачной композиции светло-желтого цвета в течение длительного времени.

Испытывали способность эмульсии к возгоранию. После перемешивания составных частей смеси без выдержки во времени в нее сразу погружали ватный тампон. Тампон, смоченный в эмульсии данного состава, помещали в пламя газовой горелки. Пары горючего не воспламенялись при подведении к пламени ни для одного состава смеси. После выведения из пламени продолжали горение составы, включающие 60 об % солярового масла, и выше.

Таблица 1 – Способность эмульсии к возгоранию

№	Добавлено жидкого мыла, об %	Состав смеси после расслаивания, об %			Способность к возгоранию при поднесении к пламени газовой горелки и в зоне пламени
		мыло	масло	эмульсия	
1	10	0	85	15	Не вспыхивает, вне пламени продолжает гореть
2	15	0	70	30	Не вспыхивает, вне пламени продолжает гореть
3	30	25	50	25	Не вспыхивает, вне пламени продолжает гореть
4	40	20	10	70	Не вспыхивает, вне пламени продолжает гореть
5	45	10	0	90	Не вспыхивает, не горит
6	50	5	0	95	Не вспыхивает, не горит
7	52,5	9	0	91	Не вспыхивает, не горит
8	55	10	0	90	Не вспыхивает, не горит

№	Добавлено жидкого мыла, об %	Состав смеси после расщепления, об %			Способность к возгоранию при поднесении к пламени газовой горелки и в зоне пламени
		мыло	масло	эмульсия	
9	60	30	0	70	Не вспыхивает, не горит
10	62,5	42	0	58	Не вспыхивает, не горит
11	65	46	0	54	Не вспыхивает, не горит
12	70	54	0	46	Не вспыхивает, не горит
13	75	62	0	38	Не вспыхивает, не горит
14	80	84	0	16	Не вспыхивает, не горит
15	90	92	0	8	Не вспыхивает, не горит

Это как раз те составы, у которых наблюдалось при длительном отстаивании расслаивание с формированием в верхней части эмульсии слоя солярового масла. При более низком содержании солярового масла в составе и прекращении его выделения в отдельную фракцию горение тампона прекращалось сразу после выведения его из пламени, не наблюдалось даже тления тампона. Очевидно, эмульсии этого состава и могут применяться для обработки растений в природе без опасения их возгорания.

Испытывали электропроводность эмульсии и ее составных частей при помощи кондуктометра. Результаты приведены в таблице 2. Из данных таблицы видно, что соляровое масло хороший изолятор. Электрическое сопротивление жидкого мыла составляет 0,05 ом, сопротивление эмульсии также низкое, но несколько превышает сопротивление чистого жидкого мыла – 0,2 ом. Сопротивление слоя мыла под эмульсией – 0,1 ом.

Таблица 2 – Электропроводность эмульсии и ее составных частей

Сопротивление, ом			
Соляровое масло	Эмульсия	Слой мыла под эмульсией	Чистое жидкое мыло
00	0,2	0,1	0,05

Полученные результаты позволяют сделать важные выводы. Соли олеиновой кислоты, составляющие собственно мыло, это сильный электролит, хорошо диссоциирующий в водных растворах, и поэтому хорошо проводящий электрический ток. Поскольку и эмульсия проводит ток, то именно мыльный раствор выполняет роль основной составляющей эмульсии – ее жидкой дисперсионной среды. Капельки масла стабилизированы в эмульсии защит-



ной оболочкой из анионов карбоновой кислоты, составляющих молекулу мыла. Оставшаяся в несвязанном состоянии часть молекул мыла и обеспечивает высокую электропроводность эмульсии, но меньшую, чем у чистого мыла, так как значительная часть его молекул включена в защитные оболочки капель масла и в обеспечении электропроводности эмульсии не участвует. Представление о том, что эмульсия по строению – это эмульсия первого рода – типа масло в воде, подтверждает первоначальные представления о возможности исключить возгорание солярового масла, входящего в состав эмульсии. Поверхность капель изолирована от контакта с воздухом вязким слоем мыла. Электропроводность слоя мыла, выделившегося из эмульсии при ее отстаивании, 0,1 ом, это меньше, чем у чистого мыла, поскольку значительная часть молекул мыла ушла на образование защитного слоя вокруг капель масла, и концентрация мыла в этом слое существенно уменьшилась, что ухудшило электропроводность раствора.

Испытание на вязкость проводили с помощью вискозиметра ВЗ-4 (табл. 3). Все пробы перед измерением тщательно перемешивались. Предварительно было отмечено, что вязкость эмульсии конкретного состава нарастает с течением времени. Так, вязкость состава с 40 об % мыла в момент образования составляла 3 минуты. Через сутки она увеличилась до 17 минут и далее не менялась, поэтому данные о вязкости, представленные в таблице 3, были получены после длительной выдержки составов после приготовления. Из таблицы видно, что вязкость эмульсии заметно выше, чем у солярового масла, но еще достаточно низкая, чтобы можно было использовать обычные ручные распылители для нанесения эмульсии на растения, подлежащие обработке. Обращает на себя внимание повышенная вязкость эмульсии, содержащей 30 и 40 об % мыла. При распылении этого состава бытовым распылителем возникали проблемы с подачей состава в распылительную насадку. Видно, что вязкость связана с содержанием мыла не простой зависимостью. Изменение вязкости эмульсии при добавлении очень вязкого мыла логично и вполне объяснимо, вплоть до 40 об % содержания мыла. Возможно, что в составах, содержащих 30 и 40 об % мыла, достигнута некая эквивалентность составляющих, и они полностью расходуются на образование неких глобул. Содержание составляющих в дисперсионной среде здесь минимально, что затрудняет взаимное перемещение глобул. Вязкость резко возрастает. Трудно объяснить резкое снижение вязкости при уве-



личении содержания добавки после 40 об %. Если не допустить, что дисперсионная среда вновь обогатилась каким-то несвязанным компонентом, пик эквивалентности компонентов пройден.

Таблица 3 – Зависимость вязкости эмульсии от состава (по времени вытекания)

Содержание мыла в эмульсии, об %	0	15	20	30	40	45	50	75	80	90	100
Время истечения, минут, секунд	2 м 10 с	4 м 31 с	7 м	23 м	17 м	7 м 10 с	6 м 27 с	1 м 52 с	1 м 27 с	1 м 10 с	5 час.

Возможно, что в системе возникает какая-то особая структура, где глобулы вновь отдалены друг от друга, что блокирует связи между отдельными глобулами и резко снижает взаимодействие между ними. При этом резко снижается вязкость эмульсии. Провести исследование этого феномена в наших условиях не представляется возможным.

Для испытания способности полученной эмульсии воздействовать на растения обработали с помощью тампона лицевую сторону листа фиалки, по структуре близкого к листьям борщевика. Через 3 часа после обработки лист потерял упругость и сморщился. Еще через 8 часов лист погиб.

Дальнейшие испытания эмульсии проводили на проростках горчицы. В отдельных стаканчиках получили ее проростки, после чего обрызгивали растения в стаканчиках полученными композициями эмульсии составов по таблице 1, в том числе чистым соляровым маслом и мыльным раствором, дополнительно разведенным водой для уменьшения вязкости, с помощью бытового распылителя. Сразу после обработки листья растений приобрели более густую зеленую окраску. Растения, обработанные чистым соляровым маслом, в течение первого часа дольше сохраняли вертикальное положение стебля, чем растения после обработки эмульсиями. Возможно, это связано с более эффективным прилипанием эмульсии к листу, чего не было у чистого солярового масла. В этих вариантах растения раньше поникли и сложили листья. Через 12 часов все растения почернели и погибли. На растениях, обработанных чистым раствором мыла, наблюдались повреждения листьев, но растения выжили.

Эффективными по отношению к растениям неожиданно показали себя все варианты состава эмульсии, независимо от содержания мыла. Окончательный выбор варианта будет получен летом, при обработке самих растений борщевика. Учитывая все ограничения и характеристики составов эмульсии, к испытаниям в природных условиях могут быть допущены составы, включающие добавку в диапазоне концентраций 45–90 об % жидкого мыла.

#### Список литературы

1. Руденок, В. А. О возможных методах борьбы с борщевиком / В. А. Руденок, Т. А. Строт // Современному АПК – эффективные технологии: м-лы науч.-практ. конф. – Ижевск, 2019. – Т. 1. – С. 417–420.
2. Руденок, В. А. Химический метод борьбы с борщевиком / В. А. Руденок, Т. А. Строт // Вестник Ижевской ГСХА, 2020. – 1(61). – С. 58–65.

УДК 581.5

**С. А. Семёнова, Н. В. Иванисова**

*Инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова,  
ФГБОУ ВО Донской ГАУ*

### **ИЗУЧЕНИЕ ШУМОПОГЛОЩАЮЩИХ СПОСОБНОСТЕЙ *PICEA PUNGENS* И *PINUS PALLASIANA* НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА РОСТОВ-НА-ДОНУ**

Хвойные деревья являются хорошим средством снижения шума на территории городов. Для подтверждения были проведены исследования в зоне роста *Picea pungens* и *Pinus pallasiana*. Исследования по изучению шумопоглощающих способностей хвойных проведены на территории города Ростов-на-Дону.

Главным источником шума на территории городов являются транспорт и преимущественно открытые промышленные предприятия. Шум возникает в местах размещения общественных учреждений с большим нахождением людей (стадионы, спортивные комплексы и т. п.). Более значимым фактором по степени воздействия является акустический шум за счет автомагистралей, улиц с интенсивным движением [1].

В результате множества проведенных исследований установлено, что уровни шума в диапазонах 40–55 дБ могут (особен-

но в ночной период) вызывать раздражение, нервозность, нарушение сна, при 60–70 дБ учащаются случаи нарушения сердечно-сосудистой системы и т. п. [2].

Как и другие источники возникновения шумов, отдельный транспорт и транспортные потоки характеризуются суммарными уровнями шума. Изменение суммарного уровня шума при этом будет зависеть от видов транспорта, одновременно передвигающегося по улице [4]. Грузовые автомобили в потоке дают уровень шума выше, чем легковые автомобили, при равном количестве.

Уровень шума в городах, главным образом на основных магистральных улицах (особенно грузового движения), настолько высок, что даже при закрытых окнах в помещениях зданий, выходящих в сторону проездов, он значительно превышает допустимые санитарные нормы. Высокие уровни существующего городского шума прежде всего требуют создания защитных зон между жилыми территориями и транспортными магистралями.

Одними из эффективных зон являются защитные зоны, созданные из зеленых насаждений шириной в десятки и сотни метров для автомобильных и железнодорожных магистралей (в некоторых случаях километровой). Уменьшение ширины защитных полос, расположенных около автомобильных магистралей, может быть достигнуто путем применения экранирующих устройств вдоль проездов.

В. А. Осин проводил исследования по изучению снижения различными типами зеленых насаждений общих уровней шума от движущегося транспорта. Он установил, что разные деревья и кустарники обладают различной звукопоглощающей способностью. Оптимальный эффект в борьбе с городским шумом возможен при подборе соответствующих растений и правильном их размещении около источников шума [1]. Насаждения в целом способны снижать шум в жилых и промышленных зонах в 2–2,5 раза. Снижение шума зависит от ширины насаждения, густоты, видового состава, высоты деревьев и конструкции.

*Характеристика района, объекты и методы исследований.*

По данным источника сети Интернет, в Ростове-на-Дону в 2020 г. проживает 1 137 904 человек, что составляет 27,11 % населения Ростовской области [2].

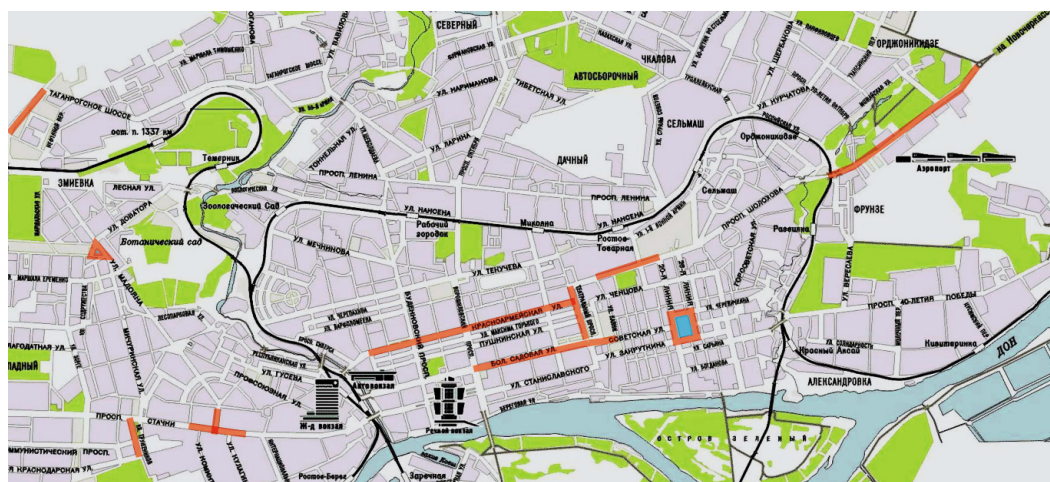
На сегодняшний день город Ростов-на-Дону является очень крупным транспортным узлом юга России. В городе находится управление Северо-Кавказской железной дороги, международный морской порт и речной вокзал, специализирующийся на переработ-

ке металла, лесоматериалов и т.д., железнодорожные вокзалы и автовокзалы, более двадцати автостанций отправления и прибытия пригородного и междугородного пассажирского автотранспорта.

Через Ростов-на-Дону проходят железнодорожный путь Санкт-Петербург–Ростов-Кавказ, судоходный путь по рекам из центра России в Чёрное и Средиземное моря, воздушный коридор Санкт-Петербург-Москва-Кавказский регион. В городе расположено управление Северо-Кавказской железной дороги. Через Ростов-на-Дону проходят автодороги федерального и регионального значения. В Ростове-на-Дону действуют 108 городских автобусных, 9 троллейбусных, 1 маршрут электробуса, 5 трамвайных маршрутов [2].

На территории изучения *Picea pungens* и *Pinus pallasiana* (рис. 1) в 2020 г. были проведены замеры шума. Измерения проводили цифровым прибором ADA Instruments ZSM 130, состоящим из пластикового корпуса, микрофона, усилителя, фильтра, детектора и индикатора. Исследование уровня шума проводили одновременно в древостое и на территории без древостоя для условных точек, расположенных на расстоянии, равном от осей движения магистральных улиц на высоте 1,2 м. Измерения проводились во временном промежутке, когда в городе происходило массовое передвижение автомобилей вечером (примерно с 17 до 19 часов) – в час пик. Все полученные результаты были обработаны с помощью Microsoft Office Excel (табл. 1).

Все полученные результаты полевых и лабораторных исследований были камерально и статистически обработаны с помощью Microsoft Office Excel.



– месторасположение учетных площадок

Рисунок 1 – Расположение учетных площадок на территории города Ростов-на-Дону

**Результаты и обсуждение.** Количество автотранспорта в городе Ростове-на-Дону (с населением более 1 млн чел.) [2] ежегодно растет, в связи с этим растет и шумовое загрязнение города.

Распространение шума на территории города – процесс сложный, характеризующийся такими явлениями, как расхождение звуковой энергии или ее дивергенция, отражение и огибание или интерференция и дифракция, а также поглощение звука элементами внешней среды. Рост шума на городской территории, создаваемого автомобильными потоками, в значительной степени зависит от принципов организации движения и технических характеристик транспортных средств: мощности и конструкции двигателей, грузоподъемности, скорости, интенсивности движения потока в целом, конструкции и состояния дорожного полотна, уклонов улиц и дорог, т.д. Также стоит отметить, что помимо автотранспорта в городе к основным источникам шума относятся заводы и предприятия различных размеров.

Показатели уровня шума, полученные в результате измерений, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели, полученные в результате измерений

№ у.п.	Местонахождение участка	Уровень шума б./н., Дб	Уровень шума в./н., Дб
1	ул. Шолохова	109	88
2	Б. Садовая	124	103
3	пл. Гвардейская (ул. Красноармейская )	123	107
4	ул. Красноармейская/пл. Театральная	107	84
5	пл. Карла Маркса	123	101
6	пл. Театральная	110	93
7	пр. Стачки/ул. Мопра	95	92
8	пл. Тружеников	106	90
9	пл. Дорожных строителей (ул. Еременко)	127	112
10	ул. Шолохова/ул. 14 линия/ул. 20 линия	122	95
11	р-н ст. Аэропорт	118	88
12	ул. Малновского/ул. Таганрогская	125	103

*Примечание:* \*№ у.п. – порядковый номер учетной площадки

Результаты, представленные в таблице 1, подтверждают, что максимальный показатель шума 127 дБ зафиксирован на пересечении пл. Дорожных строителей и ул. Еременко, минимальный показатель 95 дБ зафиксирован на пересечении пр. Стачки и ул. Мопра,



что является следствием разной антропогенной нагрузки. Для большей наглядности показатели, представленные в таблице 1, обработаны и представлены в виде диаграммы (рис. 2).

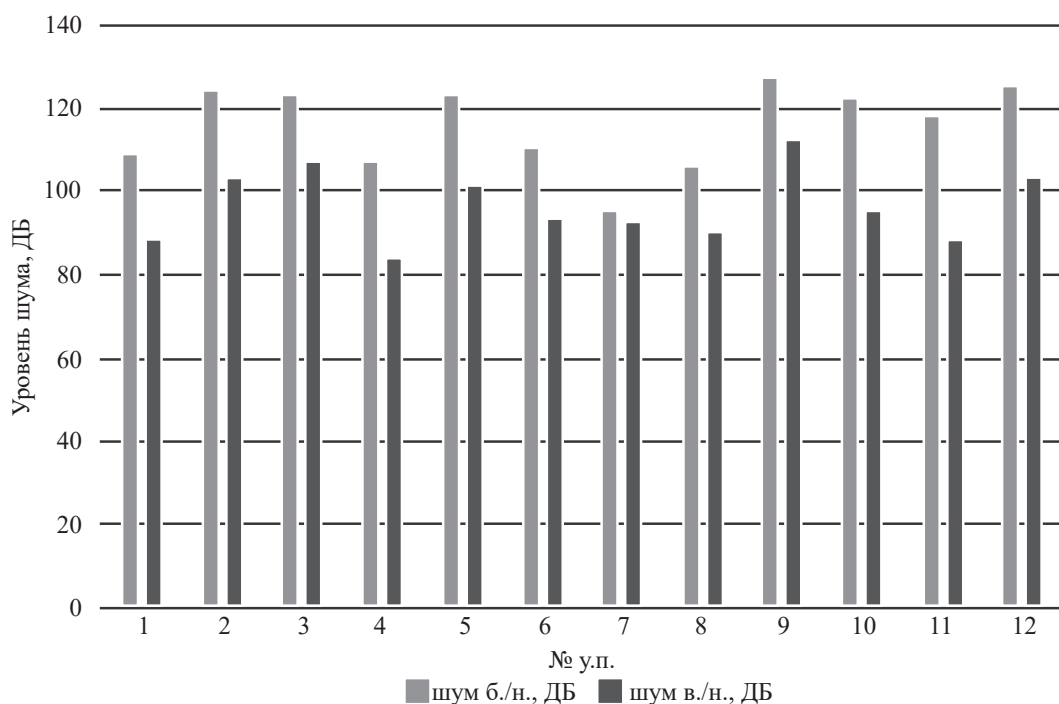


Рисунок 2 – Разница шумовой нагрузки на территории, подлежащей изучению

Средний уровень шума на территории без насаждения равен 115,75 дБ, на территории произрастания хвойных деревьев – 96,33 дБ, что на 19,42 дБ меньше. Разница показателей уровня шума в среднем составила 16,77 %.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

- Город Ростов-на-Дону на сегодняшний день является крупным транспортным узлом юга России, численность населения которого составляет более 1 млн человек. Транспортный шум на территории города, состоящий из шумов различных транспортных средств, заводов и предприятий, является результатом деятельности населения. Уровень шума меняется в зависимости от величины антропогенной нагрузки.

- Шум, равный более 25 дБ, оказывает отрицательное влияние на организм человека, при постоянном воздействии вызывает различные сердечно-сосудистые заболевания, нарушает обмен веществ, ведет к сокращению жизни человека. Это сказывается на центральной нервной системе и психике человека, является причиной частичной или полной глухоты.



– Хвойные насаждения, произрастающие на территории города Ростов-на-Дону, поглощают 19,42 дБ уличного шума, создаваемого автомобильными потоками, т. е. справляются с шумопоглощением почти на 17 %.

Увеличение шумопоглощающих способностей хвойными деревьями может быть достигнуто увеличением плотности уже существующих посадок за счет дополнения молодыми саженцами, которые в перспективе смогут увеличить плотность посадки, тем самым способствуя уменьшению шума.

### Список литературы

1. Экологический вестник Дона «О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2018 г.» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecodon.dspl.ruf>.
2. Википедия: Свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ростов-на-Дону>.
3. Роль зелёных насаждений в городе [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.bestreferat.ru/referat-210060.html>.
4. Реферат: Зеленые насаждения города. Нормативная обеспеченность, качество, охрана [Электронный ресурс]. – URL: <https://cwetochki.ru/files/referat-roly-zelenyh-nasagheniy-v-gorode.docx>.
5. Постановление Правительства РФ от 20.05.2017 № 607 «О Правилах санитарной безопасности в лесах» [Электронный ресурс]. – Документ предоставлен КонсультантПлюс URL [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)
6. Реферат: Роль зелёных насаждений в городе [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kazedu.kz/referat/200948#2>.
7. Бухарина, И. Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: моногр. / И. Л. Бухарина, Т. М. Поварницина, К. Е. Ведерников. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
8. Бухарина, И. Л. Комплексный анализ состояния зеленых насаждений как элемент системы мониторинга окружающей среды урбанизированных территорий / И. Л. Бухарина // Современные проблемы аграрной науки и пути их решения: м-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2005. – Т. 2. – С. 123–128.
9. Вишаренко, В. С. Экологические проблемы городов и здоровье человека / В. С. Вишаренко, Н. А. Толоконцев. – Л.: Знание, 1982. – 32 с.
10. Владимиров, В. В. Растения и окружающая среда / В. В. Владимиров. – М.: Стройиздат, 1982. – 228 с.
11. Владимиров, В. В. Урбоэкология / В. В. Владимиров. – М.: МНЭПУ, 1999. – 204 с.

12. Гетко, Н. В. Растения в техногенной среде: структура и функция ассимиляционного аппарата / Н. В. Гетко. – Минск: Наука и техника, 1989. – 208 с.
13. Гончарук, Е. И. Окружающая среда и ее гигиеническое значение / Е. И. Гончарук, М. П. Воронцов // Общая гигиена. – Киев: Высшая школа, 1991. – С. 98–118.
14. Илькун, Г. М. Газоустойчивость растений: вопросы экологии и физиологии / Г. М. Илькун. – Киев: Наукова думка, 1971.
15. Инструкция по проведению инвентаризации и паспортизации городских озелененных территорий / Сост. Г. П. Жеребцова [и др.]. – М.: Прима-М, 2002. – 21 с.
16. Красинский, Н. П. О физиологической сущности газоустойчивости растений / Н. П. Красинский // Ученые записки Горьк. ун-та. – Москва-Горький, 1939.
17. Кулагин, Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 124 с.
18. Неверова, О. А. Поглощительная способность древесных растений как средство оптимизации среды промышленного города / О. А. Неверова // Экология промыш. производства. – 2002. – № 1. – С. 2–8.
19. Неверова, О. А. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты / О. А. Неверова, Е. Ю. Колмогорова. – Новосибирск: Наука, 2003. – 222 с.
20. Седых, С. А. Средозащитная роль хвойных растений в урбо-экосистемах степной зоны / С. А. Седых, Н. В. Иванисова, Л. В. Куринская // Современные тенденции развития науки и технологий. – 2015. – № 6–3. – С. 85–86.

УДК 574:630\*161.581.5

**М. Т. Спыну**

*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева*

## **ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЭМИССИИ ПОТОКОВ ОКСИДА АЗОТА (I) В ПОСАДКЕ ИВЫ ПУРПУРНОЙ НА ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ**

Исследуется пространственно-временная дифференциация потоков азота из почв повышенной влажности при высаживании Ивы Пурпурной (*Salix purpurea*) на городской территории в декоративных целях.

Огромной проблемой последних двадцати лет является увеличение потоков парниковых газов, к основным из них относит-

ся оксид азота I. Образование закиси азота происходит в результате микробиологических и химических превращений азотсодержащих соединений в почве, интенсивность которых находится в зависимости от влажности почвы [1].

Западное поле на территории экологического стационара РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева является местом проведения научной работы. В июле 2018 г. была произведена посадка 346 саженцев ивы пурпурной (*Salix purpurea*) в рамках сотрудничества кафедры экологии с международной организацией Wetland link International, которая занимается экологическими исследованиями по всему миру.

Методы, которые использовались для проведения исследований, можно разделить на две группы: лабораторные и полевые.

*Полевые методы.* Полевые методы играют важную роль на начальном этапе исследования. При полевых изысканиях, исходя из цели исследования, необходимы картосхемы местности, полевой дневник, специальные бланки и необходимое полевое оборудование [2].

Для определения гигроскопической влажности весовым методом на участках исследования почвенные образцы отбирались бурением из поверхностного слоя.

Для измерения температуры воздуха и почвы использовался термометр Checktemp, измерение влажности почвы проводилось с помощью почвенного влагомера Thetaprobe HH2.

Исследование почвенной эмиссии  $N_2O$  и  $CO_2$  проводилось при помощи метода отбора проб воздуха из экспозиционных камер, которые были установлены на вкопанные основания. Образцы воздуха отбирались в виалы (с интервалом времени 0-30-60 мин., чтобы измерить изменения концентраций оксида азота 1 внутри камер в течение часа), где пробы хранятся до определения содержания на хроматографе.

На участке исследования проводились измерения аллометрических показателей *Salix purpurea* в следующей последовательности: июль 2018 г. (при посадке), октябрь 2018 г., апрель 2019, ноябрь 2019 и апрель 2020 гг.

С целью оценки темпов развития древесных растений и показателей жизнестойкости были произведены измерения высоты  $h$  и диаметр кроны  $d$  *Salix purpurea* (рис. 1).

Анализируя полученные данные аллометрических показателей за период с ноября 2018 г. по ноябрь 2019 г., выявили, что за этот



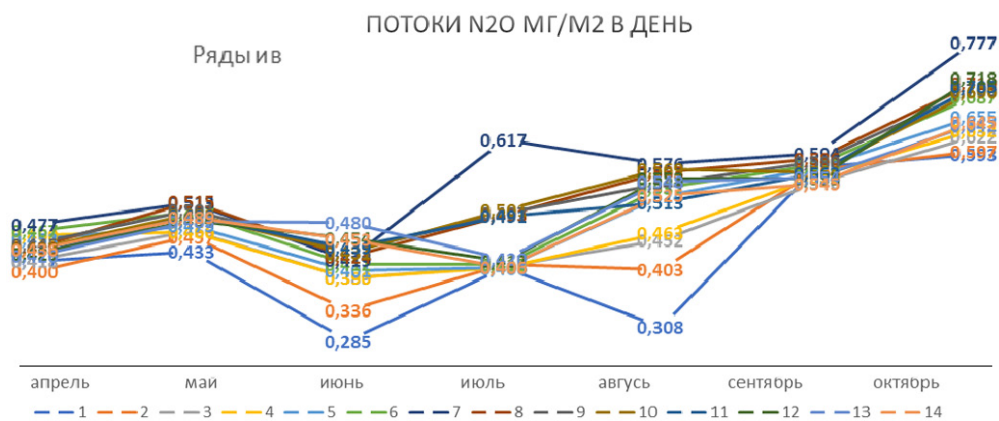


Рисунок 2 – Зависимость потоков N<sub>2</sub>O г/м<sup>2</sup> от влажности

В представленной диаграмме на рисунке 2 наивысшие показатели содержания закиси азота наблюдаются в номер 7, а также номер 8, что связано с повышенным уровнем влажности верхних почвенных горизонтов в данных рядах. Данную зависимость можно объяснить тем, что ряд номер 7 находится непосредственно в середине самой затопленной области экспериментального участка с саженцами ив.

Работа рекомендована к.б.н., доцентом кафедры экологии РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева М. В. Тихоновой.

### Список литературы

1. Тихонова, М. В. Экологическая оценка лесных экосистем к рекреационной нагрузке в условиях Московского мегаполиса (на примере Лесной опытной дачи РГАУ-МСХА) / М. В. Тихонова, М. М. Визирская, А. С. Епихина, И. М. Мазиров // Агрэкология. – 2014. – № 2. – С. 14–21.
2. Юдин, Ф. А. Методика агрохимических исследований / Ф. А. Юдин. – М.: Колос, 1971. – 272 с.

УДК 712:004.9

**Г. А. Хизапова**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## 3D-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЛАНДШАФТНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Рассмотрено три программы для 3D моделирования и одна программа для визуализации, такие, как ArchiCAD, Autodesk 3ds Max, Realtime Landscaping Architect. Поэтапное описание создания моделей в области ландшафтной архитектуры. Данные программы являются наиболее используемыми и удобными в выбранном направлении.



3D-моделирование – это графика, которая использует трехмерное представление геометрических данных, хранящихся в компьютере для выполнения вычислений и визуализации 2D-изображений.

**Актуальность.** 2D-изображения могут быть предназначены для последующего отображения или просмотра в режиме реального времени.

Несмотря на эти различия, 3D-компьютерная графика опирается на многие из тех же алгоритмов, что и 2D-компьютерная векторная графика в модели проволочного каркаса и 2D-компьютерная растровая графика в конечном отображении.

В программном обеспечении компьютерной графики различие между 2D и 3D иногда размывается; 2D-приложения могут использовать 3D-методы для достижения таких эффектов, как освещение, и в первую очередь 3D может использовать методы 2D-рендеринга. 3D-компьютерную графику часто называют 3D-моделями.

Помимо отрисованной графики модель содержится в графическом файле данных.

Однако есть и отличия. 3D-модель – это математическое представление любого трехмерного объекта (как неживого, так и живого).

Модель технически не является графической, пока она не отображается визуально.

Благодаря 3D-печати 3D-модели не ограничиваются виртуальным пространством.

Модель может быть отображена визуально в виде двумерного изображения с помощью процесса, называемого 3D-рендерингом, или использоваться в неграфических компьютерных симуляциях и расчетах [6].

**Цель исследований:** рассмотреть и охарактеризовать программы 3D-моделирования в ландшафтной архитектуре и поэтапно описать моделирование на примере одной из программ.

Рассмотрено три программы для 3D-моделирования, такие, как ArchiCAD, Autodesk 3ds Max, Realtime Landscaping Architect.

1. ArchiCAD – это программный модуль для архитекторов и дизайнеров, который основан на BIM – Building Information Modeling, что переводится как информационное моделирование. Данная программа разработана фирмой Graphisoft. С помощью ArchiCAD можно спроектировать различные конструкции, элементы ландшафта, мебели и т. п. Также программа включает в себя все инструменты и разделы чертежей для создания расчетно-графических работ документации. Для создания объекта в основ-



ном применяются топографические съемки методом перетаскивания документа в сам проект, но и при отсутствии можно с легкостью вычислить и задать высоты, создать нужный рельеф с помощью 3D-морфа и сплайнов [1, 3].

Преимущества данной программы:

- на русском языке;
- доступно в лицензированном виде сроком на 1 год для учащихся и обучающихся любых школ и вузов при предоставлении соответствующих документов;
- обновление расширений;
- включает большое количество инструментов и предметов визуализации;
- реалистичная визуализация.

Недостатки данной программы:

- при запуске программы занимает большой объем памяти устройства;
- разнообразие GDL объектов в недостаточном количестве;
- некоторые расширения обновляются не полностью;
- не доработанная разработка инженерных коммуникаций.

2. Autodesk 3ds Max – это программное обеспечение, которое в настоящее время является самым профессиональным и рендеримым инструментом архитекторов и дизайнеров. Данная программа имеет огромный список удобных функций, с помощью которых можно создать не только здания и сооружения, но и детализированный дизайн интерьера. Качество и реалистичность модулей поражает, что иногда с легкостью можно принять за фотографию [2, 4].

Преимущества данной программы:

- проектирование и создание моделей любых сложностей;
- программа имеет библиотеку заложенных примитивов;
- возможность моделирования предметов с гладкой поверхностью;
- мощная и реалистичная визуализация, не требующая вмешательства других программ;
- анимация.

Недостатки данной программы:

- для качественной визуализации необходимы дополнительные плагины;
- на английском языке.

3. Realtime Landscaping Architect – это доступное и несложное программное обеспечение для проектирования ландшафтного

дизайна. В данной программе достаточное количество инструментов, а также готовых шаблонов. Программа рассчитана как для профессионалов, так и для тех, кто впервые решил создать что-то творческое в ландшафтном направлении [5].

Преимущества данной программы:

- доступность;
- легкость;
- моментальная визуализация;
- возможность загрузки готового проекта и уже дальнейшего его изменения под свой вкус;
- яркая графика.

Недостатки данной программы:

- на английском языке;
- мало возможностей для создания реалистичного проекта;
- небольшой спектр 3D-моделей;
- слабое программное обеспечение.

Поэтапную и подробную технологию создания 3D-моделирования предлагаю рассмотреть на примере моей работы – проектирование тихой зоны в МБОУ лицей г. Янаул Республики Башкортостан в программе ArchiCAD (рис. 1) [7].



Рисунок 1 – Пример 3D-визуализации тихой зоны

Рассмотрим этапы проектирования тихой зоны.

Первый этап – создание рельефа.

Два вида рельефа:

- 1) упрощенный вариант – в виде плоскости;
- 2) сложный вариант – более реалистичный, с перепадами.

1 вариант – заходим в панель инструментов, во вкладку «Конструирования», выбираем инструмент «плита перекрытия». В панели информации указываем высоту (верхнюю и нижнюю отметки) плиты.

2 вариант – для построения рельефа с перепадами заходим в панель инструментов, выбираем инструмент «3D-сетка». Чтобы построить горизонтали

– в панели инструментов, выбираем вкладку «Еще», далее выбираем инструмент «сплайн». Выделяем 3D-сетку и кликаем по ней правой кнопкой мыши, далее функция «выбрать и активировать инструмент», зажимаем на клавиатуре пробел и кликаем по созданным 2-мерным сплайнам, появляется окошко, в котором необходимо выбрать нужные пункты (в нашем случае – подогнать под ребра пользователя). Такую операцию необходимо продублировать на каждом сплайне. В ходе этого 2-мерные сплайны превращаются в 3-мерные. Для придания высоты и сложности кликаем по полученной горизонтали, в выпадающем окошке выбираем функцию редактирование сплайнов по высоте.

При наличии реального объекта – в Google или Яндекс картах выбрать функцию «линейка», при помощи которой можно показать обмеры, то есть границы участка. Топографическую съемку с карты переместить в рабочее поле ArchiCAD. Затем с помощью инструмента «сплайн» обвести все существующие горизонтали.

Второй этап – возведение здания и сооружений (при наличии). Устанавливаются балки нужных размеров, создается фасад здания, затем облицовка с помощью инструмента «стена». Нужный цвет и текстуру можно задать в настройках, кликнув два раза правой кнопкой мыши или тачпада по возведённой стене. Для установки окон и дверей необходимо вырезать отверстия (можно опустить этот процесс, так как в ландшафтном дизайне главное не здания).

Третий этап – дорожки и площадки. Заходим во вкладку «панель инструментов», выбираем вкладку «Документирование», затем инструмент «линия». Чтобы придать объем, нажимаем на «плиту перекрытия» и обводим все линии. Для создания бордюра используем инструмент «стена». В панели информации можно изменить тип штриховки, текстуру, подобрать нужный материал и цвет.

Четвёртый этап – элементы ландшафта. Для создания зеленого бордюра вокруг круговой площадки выбираем инструмент «стена», обводим площадку, указываем нужную высоту и толщину. Данная стена имитирует подстриженный бордюр. Далее выде-

ляем стену, заходим в панель информации и назначаем ей материал – «листья дерева».

Элементы озеленения и благоустройства представлены во вкладке «Объекты», где можно выбрать растения и малые архитектурные формы.

Были рассмотрены три программы для 3D-моделирования, такие, как ArchiCAD, Autodesk 3ds Max, Realtime Landscaping Architect. 3D-моделирование дает возможность визуально показать будущий или реконструированный ландшафтный дизайн. Благодаря таким средствам проекты включают в себя не только чертежи, но и графические изображения. Несомненно, каждая из программ имеет свои преимущества и недостатки, поэтому выбор пользователя зависит от его целей и возможностей.

#### Список литературы

1. Васильев, П. П. ArchiCAD 9.0. Шаг за шагом / П. П. Васильев. – М.: ДЕСС, 2006. – 416 с.
2. Верстак, В. А. 3ds Max 8 на 100 % (+CD-ROM) / В. А. Верстак, М. Ю. Бондаренко, С. В. Бондаренко. – СПб.: Питер – Москва, 2006. – 416 с.
3. Жадаев, А. Г. Учимся работать в ArchiCAD 11 (+ CD-ROM) / А. Г. Жадаев. – М.: ИТ Пресс, 2010. – 224 с.
4. Лебедев, А. Н. Планировка пространства и дизайн помещений на компьютере. Работаем в 3ds Max, ArchiCAD, ArCon (+ DVD-ROM) / А. Н. Лебедев. – М.: Питер, 2011. – 320 с.
5. Летин, А. С. Компьютерная графика в ландшафтном проектировании учебное пособие / А. С. Летин, О. С. Летина. – М.: МГУЛ, 2012 – 240 с.
6. Петров, М. Н. Компьютерная графика: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. / М. Н. Петров, В. П. Молочков. – СПб.: Питер, 2004. – 811 с. ил.
7. Абсалямова, С. Л. Декоративные растения курс лекций для студентов бакалавриата очной и заочной форм обучения по направлению подготовки «Лесное дело» / С. Л. Абсалямова. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2014.

**Е. Е. Шабанова, А. К. Касимов**

*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **ЛЕСНАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ТЕРРИТОРИИ МИШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ И ГАЗА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Рассмотрены условия лесной рекультивации на Мишкинском месторождении нефти и газа. Изложены результаты исследований подроста и живого напочвенного покрова в древостоях, прилегающих к площадкам эксплуатационного бурения скважин и на рекультивированных участках.

Наиболее опасным и распространённым видом техногенного вмешательства человека в окружающую природную среду является нефтяная промышленность. Сырьевой характер экономики страны порождает интенсивную добычу нефти на её территории, которая приводит к увеличению масштабов техногенного загрязнения земель. В зоне Среднего Предуралья расположено около 300 нефтяных месторождений. Ежегодная добыча нефти составляет более 9 млн т. Углеводороды являются одними из опаснейших, быстро распространяющихся и медленно деградирующих в естественных условиях загрязнителей.

До недавнего времени внимание зарубежных и отечественных исследователей, природоохранных и административных органов было привлечено, главным образом, к вопросам загрязнения природной среды нефтью и нефтепродуктами. Первые опыты рекультивации нарушенных промышленностью земель были отмечены в середине XIX в. в Германии, а в начале нашего столетия – в Англии. В начале 60-х годов XX столетия ведущие научные организации США, Канады, Англии, Франции и Японии серьезно занялись проблемой влияния отходов бурения на морские и наземные живые организмы. В конце 70-х и начале 80-х годов для решения этого вопроса в рамках ООН были осуществлены крупные научно-исследовательские программы и проведён ряд международных симпозиумов [7].

С конца 80-х годов XX столетия, в связи с усилением природоохранного законодательства, отечественными исследованиями было начато основательное изучение этого вопроса, в результате чего получены неоднозначные выводы о последствиях воздействия



нефти и отходов бурения на окружающую природную среду. В Западной Сибири – значительно позднее. Ещё в более поздний период начались работы по воздействию на природную среду отходов бурения нефтяных скважин, особенно при наземном бурении [7].

В Удмуртской Республике нефтепоисковые работы проводятся с 1940-х гг. В настоящее время открыто свыше 118 месторождений углеводородного сырья (в том числе Вятский участок Арланского месторождения, Саузбашевское, Золоторевское, Кучуковское месторождения, большая часть которых находится, соответственно, на территориях Республики Башкортостан, Кировской области и Республики Татарстан) [4]. По степени промышленного освоения 78 из них находятся в разработке, 31 – подготовлено к ней, 8 месторождений находится в разведке, и одно – в консервации. По величине начальных извлекаемых запасов к группе крупных относятся Чутырско-Киенгопское, Мишкинское и Вятская площадь Арланского месторождения, к средним – 3 и к группе мелких относятся 112 месторождений.

В связи с постоянно увеличивающимися объемами используемых человеком территорий, ростом техногенных ландшафтов, отрицательно влияющих на экологическую обстановку окружающих участков, восстановление земель, подвергшихся разрушающему воздействию, является наиболее актуальной проблемой. В этих условиях необходимо восстановление земельных и лесных ресурсов научно обоснованными методами, а также изучение этих процессов. Широкое распространение получило такое направление, как рекультивация [12]. При составлении комплекса мероприятий по проведению рекультивируемых работ необходимо учитывать степень сложности их осуществления.

Для выполнения работ по геологическому изучению недр, для разработки месторождений полезных ископаемых лесные участки, находящиеся в государственной или муниципальной собственности, предоставляются в аренду. В целях обеспечения безопасности граждан и создания необходимых условий для эксплуатации объектов, связанных с выполнением работ по геологическому изучению недр и разработкой месторождений полезных ископаемых, в том числе в охранных зонах указанных объектов, осуществляется использование лесов для вырубki деревьев, кустарников и лиан без предоставления лесных участков. Порядок использования лесов для выполнения работ по геологическому изучению недр, для разработки месторождений полезных ископае-



мых устанавливается уполномоченным федеральным органом исполнительной власти (ст. 43 ЛК).

В соответствии со ст. 12 Земельного кодекса, постановлением Правительства РФ все юридические лица, проводящие работы, связанные с нарушением земной поверхности, обязаны осуществлять рекультивацию нарушенных земель, что является непременным условием при возврате земель арендатором после временной эксплуатации в целях недропользования.

Диапазон мероприятий по рекультивации земель, нарушенных в результате нефтегазодобычи, весьма многообразен. Их проведение требует дифференцированного подхода к конкретным объектам, широких знаний специалистов в различных отраслях науки (лесоводстве, агрономии, и др.), значительных материальных средств. Рекомендуемый набор рекультивационных мероприятий на основе учета производственного опыта нефтегазодобычи в различных географических регионах предусматривает как инженерные (технические) работы, так и работы по восстановлению соответствующих фитоценозов. Инженерные работы (техническая рекультивация) связаны с планировкой участков, очисткой от захламленности, осушительной мелиорацией, землеванием, утилизацией нефтепродуктов и др. Биологический блок работ направлен на сохранение и содействие восстановлению фитоценозов, искусственное их создание посевом и посадкой древесных и кустарниковых пород с необходимыми уходами и посевом травянистых растений [2].

«Мишкинское» месторождение расположено на территории Игринского, Шарканского, Воткинского административных районов. Площадь месторождения – 15 886 га. Разработка «Мишкинского» месторождения ведется более 35 лет и оценивается как рентабельное. По плотности нефть месторождения относится к тяжелым ( $0,8940 \text{ г/см}^3$ ), смолистым, парафиновым и высокосернистым [9].

Наши исследования проводились в березняках, ельниках, сосняках снытевых, сосняке брусничном на территории месторождения. Контрольные ПП были заложены в незагрязненных аналогичных типах леса. На контрольной ПП в березняке снытевом подрост представлен двумя породами: елью (55 %) и сосной (45 %). В березовом насаждении (5Б3Ос2С, возраст 50 лет), прилегающем к площадкам эксплуатационного бурения скважин, породный состав естественного возобновления включает ель (50 %), сосну (7 %), березу (7 %) и липу порослевого происхождения (36 %). В ельнике снытевом (4Е4П2Лп+С, возраст 110 лет) породный состав представлен елью (50 %), пихтой

(*Abies sibirica* Ledeb.) (40 %) и липой (10 %). На контрольной ПП возобновление состоит из ели (90 %) и пихты (10 %). В сосняке снытевом (8С1Лп1Ос, возраст 65 лет) в возобновлении участвуют липа (56 %), ель (33 %), пихта (11 %) (рис. 1). Контрольная площадь возобновляется елью (80 %) и сосной (20 %). Во всех случаях в возобновлении участвует ель, но доля ее участия снижается в древостоях, прилегающих к площадкам эксплуатационного бурения скважин. Подрост сосны присутствует только в березняке снытевом, в сосняке и ельнике снытевых сосна в возобновлении не участвует. На всех площадях в возобновлении начинает участвовать липа, как правило, порослевого происхождения. По краям насаждений в большом количестве произрастают ивы. При опосредованном влиянии близости расположения площадок эксплуатационного бурения скважин из хвойных пород более устойчивой является ель. Но подрост хвойных пород чаще либо неблагонадежный, либо сомнительный.

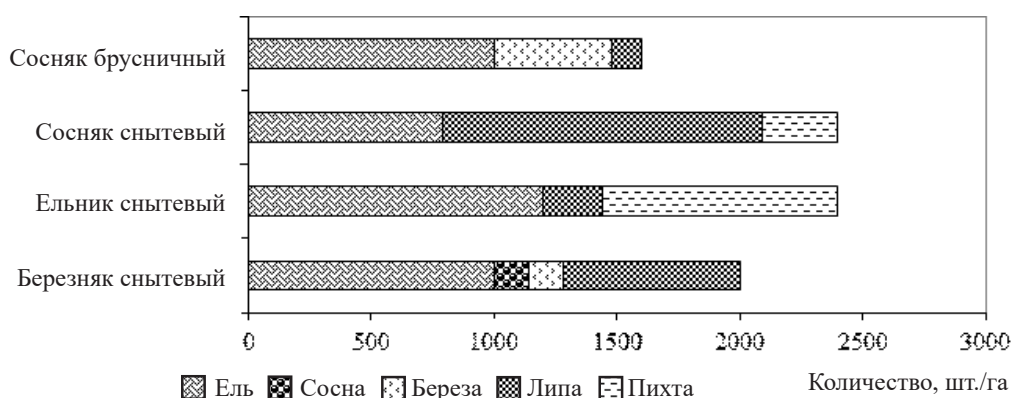


Рисунок 1 – Распределение подроста в различных типах леса

В сосняке брусничном (3С3ЕЗЛп1Б, возраст 70 лет) в возобновлении участвуют ель (60 %), береза (30 %) и липа (10 %). На контрольной площади подрост представлен сосной (40 %), березой и елью по 30 %. Породный состав представлен пятью породами. Наибольшее число подроста представлено в березняке и ельнике снытевых. На подстилке мощностью 5–7 см в естественном возобновлении почти не встречаются всходы и самосев. Благонадежным подростом на пробных площадях является береза. На всех пробных площадях встречаются липа и ель, но их количество не достаточно для формирования полноценного насаждения. На таких площадях, где недостаточно естественного возобновления хозяйственно ценных пород, необходимо проводить меры содействия естественному возобновлению (уход за подростом, минерализация почвы, посев и посадка семян и саженцев) [2, 10].

Все обследованные древостои находятся в непосредственной близости от площадок эксплуатационного бурения скважин. Состав растительных группировок в древостоях изменяется в зависимости от типа леса и удаленности их от этих площадок. Наиболее богатый видовой состав в растительных группировках отмечен в ельниках и березняках снытевых, наименее бедный – в сосняке брусничном.

По периферийной зоне насаждений в растительном покрове преобладают злаки: тонконог сизый, бескильница расставленная (*Puccinellia distans* (Jacq.) Parl.), пырей ползучий, из разнотравья – донники. Чем ближе расположен древостой к площадкам эксплуатационного бурения скважин, тем больше в составе растительных группировок встречается синантропных видов, и меньше растений, характерных для девственных древостоев. На удалении более 50 м в глубь насаждения прослеживается лишь ослабленное косвенное техногенное влияние площадок эксплуатационного бурения скважин. Здесь не встречаются синантропные растения, а преобладают виды, присущие данному древостою. Наиболее сказывается близость с площадками эксплуатационного бурения скважин на распространении таких видов, как черника, брусника, линнея, майник, грушанка. В условиях эксплуатации месторождений нефти к антропогенному воздействию наименее устойчивыми оказываются в ЖНП растительные группировки в сосняках кисличных и брусничных, более жизнеспособны – в березняках снытевых.

На территории месторождения заложено 6 пробных площадей на рекультивированных участках, характеристика которых представлена в таблице 1. На площадях были созданы чистые культуры ели в дно борозды. Посадочный материал – сеянцы.

Таблица 1 – Характеристика пробных площадей

Наименование	ПП-1М	КПП-1М	ПП-2М	КПП-2М	ПП-3М	КПП-3М
Коренной тип леса	Е кс.	Е кс.	Е кс.	Е штр.	Е сн.	Е кс.
ТЛУ	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>3</sub>	C <sub>3</sub>
Год загрязнения	1991	–	1990	–	1992	–
Загрязнитель	нефть	–	нефть	–	нефть	–
Год посадки	1993		1991		1994	
Схема посадки, м	3,5×0,5	3,7×0,6	5,0×1,0	4×0,7	1,2×1,2	2×1,0
Густота проектная, шт./га	5700	4500	2000	2800	6900	5000
Густота фактическая, шт./га	1516	947	1022	2013	4731	1794
Сохранность, %	26	21	51	72	68	35

Техническая рекультивация на участках не проводилась, была произведена подготовка почвы нарезкой борозд плугом ПЛП-135. В результате нарезки борозд загрязненная почва оказалась под перевернутым пластом, т.е. под слоем почвы. Подобное захоронение нефти землей категорически запрещается ввиду долговременной консервации ее токсичных элементов [8]. Почвы на участках влажные, и культуры в таких условиях должны бы быть созданы в пласты, а не в дно борозды, как это имело место на рабочих ПП [1, 5, 11]. При посадке в дно борозды в рассмотренных вариантах культуры ели оказались вне зоны негативного влияния токсичных фракций нефти на корневую систему. Индекс равномерности на площадях равен от одного до шести, что является допустимым [3, 5] кроме ПП-1М (равен семи).

Результаты агрохимического анализа почвенных образцов с ПП представлены в таблице 2. На ПП-2М и ПП-3М произошло подщелачивание почвенного раствора (рН 5,9 и 5,6 соответственно – близкие к нейтральной). На остальных площадях почвы представлены очень сильнокислыми (КПП-1М и КПП-3М), сильнокислыми (КПП-2М) и среднекислыми (ПП-1М) разностями. Содержание  $P_2O_5$  от очень низкого до низкого,  $K_2O$  – от очень низкого до повышенного. Самое высокое содержание гумуса отмечено на КПП-2М, самое низкое – на КПП-3М.

Таблица 2 – Агрохимическая характеристика почвенных образцов

Объект	$P_2O_5$ , мг/100 г	$K_2O$ , мг/100 г	$pH_{KCl}$	Гумус, %	Тип почвы
ПП-1М	4,8	15,1	4,9	2,7	Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая
КПП-1М	2,4	7,2	3,2	2,1	Дерново-сильноподзолистая тяжелосуглинистая
ПП-2М	4,2	11,3	5,9	3,2	Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая
КПП-2М	2,4	3,0	4,5	5,4	Дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая
ПП-3М	4,5	9,1	5,6	3,8	Дерново-слабоподзолистая тяжелосуглинистая
КПП-3М	1,2	3,2	3,8	1,6	Дерново-сильноподзолистая тяжелосуглинистая

Среднее значение высоты на пробных площадях изменяется в пределах от 185 см до 280 см, минимальная высота отмечена на пробной площади ПП-2М, а максимальная на ПП-3М. Сред-

нее значение диаметров изменяется в пределах от 3,5 до 4,0 см, минимум наблюдается на пробной площади ПП-2М, а максимум на пробной площади ПП-3М. На ПП-2М и ПП-3М совокупности значений по высоте более однородные, чем в их контроле, что говорит о более однородных экологических условиях для роста культур на этих площадях [6].

Таблица 3 – Основные статистические показатели

Показатели		Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение	Точность опыта	Коэффициент вариации, %
ПП-1М	Н, см	235,45 ± 6,96	83,68	2,95	35,54 ± 0,50
	Д, см	3,72 ± 0,12	1,50	3,34	40,22 ± 0,55
КПП-1М	Н, см	260,87 ± 8,97	105,34	3,44	40,38 ± 0,54
	Д, см	4,07 ± 0,16	1,86	3,89	45,75 ± 0,58
ПП-2М	Н, см	185,85 ± 4,25	43,79	2,29	43,79 ± 0,47
	Д, см	3,55 ± 0,11	1,10	3,02	1,10 ± 0,54
КПП-2М	Н, см	433,41 ± 14,90	156,26	3,25	36,05 ± 0,54
	Д, см	7,69 ± 0,31	3,48	4,08	45,25 ± 0,61
ПП-3М	Н, см	263,44 ± 9,47	92,80	3,60	35,23 ± 0,61
	Д, см	3,82 ± 0,08	0,97	2,10	25,52 ± 0,42
КПП-3М	Н, см	281,62 ± 6,74	82,03	2,39	29,13 ± 0,45
	Д, см	3,98 ± 0,13	1,29	3,30	32,29 ± 0,58
Показатели		Коэффициенты достоверности			
		средней	точности	вариации	
ПП-1М	Н, см	33,88	20,62	71,54	
	Д, мм	29,94	21,93	76,10	
КПП-1М	Н, см	29,09	21,70	74,38	
	Д, мм	25,68	23,10	79,38	
ПП-2М	Н, см	43,69	15,50	49,74	
	Д, мм	33,11	17,81	57,14	
КПП-2М	Н, см	30,76	19,91	66,32	
	Д, мм	24,51	22,31	74,30	
ПП-3М	Н, см	27,81	18,48	57,85	
	Д, мм	47,66	17,56	61,25	
КПП-3М	Н, см	41,76	18,76	65,44	
	Д, мм	30,35	17,69	55,38	

Примечание: Н – высота культур, Д – диаметр ствола у корневой шейки

На ПП-2М и КПП-2М в одинаковых лесорастительных условиях наибольшие таксационные показатели (диаметр и высота, среднегодовые приросты) наблюдаются на КПП-2М. Наблюдается существенное различие между средними таксационными показателями (практически в два раза). Почвы на площадях подвержены



избыточному увлажнению, вследствие чего происходит зарастание ивой. На ПП-2М почвенно-грунтовые условия для произрастания культур ели оптимальны. Наличие функционирующих площадок эксплуатационного бурения скважин в непосредственной близости, а также расположение корневых систем вне зоны действия влияния разлившейся нефти, по данным статистики, существенно не влияют на ход роста культур, что и объясняет столь значительное отклонение таксационных показателей ПП-2М от КПП-2М.

Сравнивая таксационные показатели на ПП-1М и КПП-1М, ПП-3М и КПП-3М, можно сделать вывод, что развитие культур ели происходит примерно одинаково – не наблюдается резких отклонений от среднего значения диаметра, высоты, увеличения среднегодового прироста.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Добыча нефти на Мишкинском месторождении ведется уже более 30 лет, поэтому для района характерно наличие значительных площадей чрезвычайно разнородных и разновозрастных промышленных участков.

2. Самозаращение нарушенных территорий древесными растениями определяется в основном наличием вблизи источников заноса семян древесных растений и степенью нарушенности участка. Самозаращение участков древесными видами затрудняется при наличии развитого мохового и травянистого покрова, мощности мертвой подстилки, сильной степени загрязнения нефтью и минерализованными водами, при избыточном увлажнении почвы и на свежих разливах. Массовые всходы приурочены к годам обильного семеношения.

3. В исследованных лесных культурах отмечены нарушения технологии создания культур на нарушенных участках – в большинстве случаев площади принимают в фонд лесовосстановления без технической рекультивации. Культуры создаются без землевадения площадей, чаще всего без учета лесорастительных условий. На нарушенных площадях производят создание монокультур с недостаточной густотой. В качестве посадочного материала используются сеянцы. Уходы, как правило, не проводятся.

4. Посадку лесных культур необходимо проводить при отсутствии естественного возобновления. Целесообразно применять лесную рекультивацию с использованием видов местной флоры. Для безошибочного подбора пород необходимо проводить пробные посадки.



5. В идентичных с исследованными условиях в качестве посадочного материала рекомендуется использовать укрупненный или посадочный материал с закрытой корневой системой. Это позволит в определенной мере нейтрализовать неблагоприятное воздействие токсичных веществ на растения, и уменьшить количество агротехнических уходов.

6. Возможно естественное зарастивание рекультивируемых площадей с последующей реконструкцией в случае лесовозобновления малоценными породами путем закладки культур из хозяйственно ценных древесных пород (сосна, ель). При естественном зарастании площади малоценными породами необходима реконструкция малоценных молодняков.

7. Рекультивируемые участки и прилегающая к ним территория после завершения всего комплекса работ должны представлять собой устойчивый ландшафт, соответствующий избранному лесному направлению.

#### Список литературы

1. Бабич, Н. А. Лесные культуры / Н. А. Бабич, Н. М. Набатов. – Архангельск: АрГТУ, 2003. – 136 с.
2. Луганский, Н. А. Возврат земель после нефтегазодобычи / Н. А. Луганский, К. И. Лопатин, В. Н. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2005. – 61 с.
3. Новосельцева, А. И. Справочник по лесным культурам / А. И. Новосельцева, А. Р. Родин. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 312 с.
4. О состоянии и охране окружающей среды Удмуртской Республики в 2011 г.: Государственный доклад. – Ижевск, 2017. – 272 с.
5. Редько, Г. И. Лесные культуры / Г. И. Редько, М. Д. Мерзленко, Н. А. Бабич. – СПб.: ЛТА, 2005. – 556 с.
6. Свалов, Н. Н. Вариационная статистика / Н. Н. Свалов. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 176 с.
7. Седых, В. Н. Состояние проблемы воздействия отходов бурения на природную среду // Реакция растений на воздействие отходов бурения = Plants response to drilling wastes influence / В. Н. Седых, Л. А. Игнатьев, М. В. Семенюк; отв. ред. д-р биол. наук А. П. Абаимов. – Новосибирск, 2004. – Гл. 1. – С. 7–17.
8. Солнцева, Н. П. Добыча нефти и геохимия природных ландшафтов / Н. П. Солнцева. – М.: МГУ, 1998. – 376 с.
9. Справочное пособие по физико-химическим свойствам нефти, газа и воды месторождений Удмуртской республики. – Ижевск: УдмуртНИПИнефть, 1995. – 123 с.
10. Тихонов, А. С. Лесоведение / А. С. Тихонов, Н. М. Набатов. – М.: Экология, 1995. – 320 с.

11. Чернов, Н. Н. Лесные культуры / Н. Н. Чернов. – Екатеринбург: УрГЛТА, 1996. – 138 с.

12. Шабанова, Е. Е. Оптимизация ландшафтов и лесовозобновительных процессов в условиях нефтепромыслов Удмуртской Республики: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. Е. Шабанова. – Екатеринбург, 2008. – 19 с.

13. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 31.07.2020) [Электронный ресурс] – М.: КонсультантПлюс, 2020. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/) (дата обращения: 01.12.2020)

14. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 15.10.2020) [Электронный ресурс] – М.: КонсультантПлюс, 2020. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/) (дата обращения: 01.12.2020)

УДК 630.05(470.51)

**В. С. Шиляев, Д. А. Поздеев**  
*ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА*

## **КОМЛЕВОЙ СБЕГ СТВОЛОВ БЕРЁЗЫ В ДРЕВОСТОЯХ УВИНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ**

Приведены результаты исследования комлевого сбег стволов берёзы в древостоях Увинского лесничества Удмуртской Республики. Определены показатели действительного сбег стволов до высоты двух метров.

Изучение сбег стволов деревьев является необходимостью для решения практических задач, связанных с определением сортиментной структуры древостоев [2–5]. Исключительную важность данный вопрос приобретает при лесопользовании, ориентированном на целевые сортименты, и конкретно – при заготовке фанерного кряжа. Основными пороками формы ствола, снижающими полезный выход шпона из сырья, является закомелистость и кривизна. Сучки также являются распространённым пороком ствола, но влияющим уже на механические свойства готового продукта – фанеры.

Исследование сбег стволов необходимо при определении их формы и полнодревесности. Так, профессором В. К. Захаровым [1] предложена методика исследования формы и полнодревесности стволов с использованием чисел, индексов сбег по относительным высотам и нормальных видовых чисел.

Исследование сбежистости нижней части деревьев позволяет использовать метод прямых измерений, что существенно повышает точность результатов [2]. Значимой особенностью является использование данных массовой таксации, когда на учетных деревьях обмеряют диаметры в трех местах растущего дерева: на высоте пня ( $d_{0,2}$ ), на высоте 1,3 м ( $d_{1,3}$ ) и на высоте 2 м ( $d_{2,0}$ ). Использование значений трех диаметров позволяет построить образующую для описания формы нижней части ствола дерева.

Методикой работ предусмотрена закладка круговых пробных площадей постоянного радиуса для 5, 6, 7 классов возраста модальных березняков Ува-Туклинского участкового лесничества. Размеры площадей устанавливаются для древостоев с полнотой 0,7 и выше – 400 м<sup>2</sup> и для древостоев с полнотой менее 0,7 – 600 м<sup>2</sup>. Перечет деревьев проводится по породам, категориям технической годности и ступеням толщины. В каждой ступени толщины отбирается по три учётных дерева для проведения измерений диаметров ствола в указанных местах [4].

Для изучения комлевого сбega было заложено по 10 круговых пробных площадей постоянного радиуса в трёх учётных выделах. Характеристика учётных выделов приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Таксационная характеристика учётных выделов

Квартал/ выдел	Таксационные показатели										
	насаждения			древостоя яруса			древостоя элемента леса				
	Класс бонитета	ТЛУ	Тип леса	Состав	Полнота	Запас уа 1 га/м <sup>3</sup>	Порода	A <sub>ср</sub> , лет	H <sub>ср</sub> , м	d <sub>ср</sub> , см	HF
184/3	2	С <sub>3</sub>	Елп	8Б2ОС+Е	0,7	170	Б	50	21,2	19,3	9,55
							ОС	50	22,1	22,4	10,10
180/19	2	С <sub>3</sub>	Елп	7Б2Ос1Е	0,8	200	Б	55	24,5	22,5	10,61
							ОС	55	25,1	26,0	11,00
							Е	55	23,2	24,1	10,21
184/6	2	С <sub>3</sub>	Елп	8Б2ОС+Е	0,8	250	Б	65	26,6	25,3	10,55
							ОС	65	24,1	25,4	10,10

Статистическая обработка диаметров стволов учётных деревьев приведена в таблице 2.

Изменчивость диаметров на различных высотах колеблется в пределах от 6,7 до 15,3 %. С увеличением класса возраста происходит снижение коэффициента вариации. Так в седьмом классе

возраста изменчивость не поднимается выше 8,9 %. Полученные результаты свидетельствуют об умеренной и значительной изменчивости диаметров на высоте ствола до двух метров.

Таблица 2 – Варьирование диаметров ствола

Класс возраста	Показатель	Хср. ± mх	V ± mv,%	P ± mp,%	t <sub>x</sub>
5	Диаметр на пне или 0,2 м высоты ствола, см	25,8 ± 0,6	14,38 ± 0,92	3,39 ± 0,45	43,0
	Диаметр на 1,3 м, см	19,3 ± 0,3	13,43 ± 0,89	3,17 ± 0,43	63,3
	Диаметр на 2,0 м, см	17,0 ± 0,4	15,28 ± 0,95	3,60 ± 0,46	42,5
6	Диаметр на пне или 0,2 м высоты ствола, см	27,5 ± 0,7	12,37 ± 0,88	2,60 ± 0,47	39,2
	Диаметр на 1,3 м, см	24,5 ± 0,4	9,56 ± 0,90	2,68 ± 0,47	63,5
	Диаметр на 2,0 м, см	22,5 ± 0,5	9,69 ± 1,07	3,80 ± 0,56	45,0
7	Диаметр на пне или 0,2 м высоты ствола, см	27,2 ± 0,6	8,89 ± 0,68	1,72 ± 0,34	45,3
	Диаметр на 1,3 м, см	25,3 ± 0,4	8,96 ± 0,77	2,24 ± 0,39	63,3
	Диаметр на 2,0 м, см	23,5 ± 0,4	6,65 ± 0,76	2,16 ± 0,38	58,7

Значение точности опыта (P) во всех случаях не превышает 3,8 %, а коэффициент достоверности больше трех единиц, что свидетельствует о достаточном количестве наблюдений в выборке.

Действительный комлевой сбеги ствола в пятом классе возраста до высоты 1,3 м составил 5,9 см/м, а далее до высоты 2,0 м снизился до 3,2 см/м. т.е. сбеги характеризуется как очень большой. В шестом классе возраста сбеги меняется незначительно – с 2,7 см/м до 2,8 см/м. В седьмом классе возраста происходит существенное изменение сбега с 1,7 см/м до 2,5 см/м.

Полученные значения сбега нижней части стволов берёзы используются для моделирования образующей ствола и составления сбеговых таблиц модальных березняков.

#### Список литературы

1. Анучин, Н. П. Лесная таксация: учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. / Н. П. Анучин. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 552 с.
2. Вайс, А. А. Связь диаметров нижней части стволов пихты сибирской (*Abies sibirica* L.) в условиях южной подзоны Средней Сибири на бонитетной осно-

ве [Электронный ресурс] / А. А. Вайс // Сельское, лесное и водное хозяйство. – 2013. – № 9. – URL: <http://agro.snauka.ru/2013/09/1153> (дата обращения: 21.01.2019).

3. Вайс, А. А. Моделирование образующей формы нижней части деревьев березы (*Betula pendula*) в условиях Средней Сибири / А. А. Вайс // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – Т. 3. – № 27–1. – С. 50–52.

4. Перминова, П. А. Встречаемость пороков древесины берёзы в насаждениях Балезинского лесничества Удмуртской Республики / П. А. Перминова, Д. А. Поздеев // Инновационные технологии для реализации программы научно-технического развития сельского хозяйства: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. В 3 т. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – Т. 1. – С. 225–228.

5. Поздеев, Д. А. Сбег древесных стволов в березняках Балезинского лесничества Удмуртской Республики / Д. А. Поздеев, К. В. Фефилов // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2019. – С. 175–178.

УДК 630\*181

**В. Б. Троц, С. К. Касымов**  
*ФГБОУ ВО Самарский ГАУ*

## **МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА САМАРСКОГО ГАУ**

Приводятся сведения, показывающие, что почвенно-грунтовые условия учебного лесного питомника Самарского ГАУ и используемые в нем технологии позволяют получать стандартный посадочный материал основных хвойных, лиственных и кустарниковых пород, готовый к высадке на лесокультурной площади.

**Введение.** Одной из основных проблем современного лесного хозяйства Самарской области является дефицит посадочного материала, это касается и древесных пород, используемых в озеленении населенных пунктов. Сложившаяся ситуация во многом обусловлена несовершенством существующих технологий выращивания сеянцев в питомниках, не позволяющих в течение короткого временного периода производить необходимое количество стандартных сеянцев [1, 2]. По мнению многих лесоводов, существенно увеличить производство сеянцев в лесных питомниках можно за счёт внедрения в производство современных приемов выращивания молодых

деревцев, предусматривающих более полную оптимизацию жизненных факторов молодых растений, в частности, внесения расчетных норм минерального удобрения и регуляторов роста [3].

Технологическая отработка этих приемов проводится во многих лесных питомниках, в том числе и в учебном лесном питомнике Самарского ГАУ, задачей которого является проведение опытных работ студентами очной и заочной форм обучения и внедрения передовых приемов выращивания посадочного материала в производство. Кроме этого питомник занимается и реализацией товарных сеянцев, безусловно, это требует соблюдения определенных стандартных размеров.

**Цель исследований.** Выявить возможность производства стандартного посадочного материала хвойных, лиственных и кустарниковых пород в условиях учебного лесного питомника ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

**Методы исследования.** Учебный лесной питомник кафедры «Лесоводство, экология и безопасность жизнедеятельности» Самарского ГАУ расположен на территории учебного кампуса. Общая площадь питомника 0,25 га. Почвенный покров представлен черноземом типичным среднемощным с содержанием гумуса 5,0 %, подвижного фосфора 16 мг и обменного калия 19 мг на 100 г почвы. Питомник имеет посевное отделение, школьное отделение и вспомогательное отделение. В питомнике выращивается посадочный материал многих древесных и кустарниковых пород. Основная задача питомника – это проведение научных исследований по выявлению степени влияния различных удобрений и регуляторов роста на выход посадочного материала. Именно в данном питомнике многие студенты очной и заочной форм обучения закладывают полевые опыты. Большая часть посадок проводится в осенний период, но часть семян высевается и весной. В большинстве случаев обработка почвы проводится по системе чистого пара. Площадь опытных делянок – 12 м<sup>2</sup>, размещение вариантов систематическое, повторность опытов четырехкратная. Схема посева – безрядковая, рядовая, с шириной междурядий 30 см. После завершения полевых опытов выращенный посадочный материал реализуется частным гражданам и предприятиям, занимающимся благоустройством.

Климат зоны расположения учебного лесного питомника континентальный. Общее количество выпадающих осадков за год равно 450–480 мм. Сумма положительных температур 2600–2800 °С.



Средняя температура воздуха за год равна +3,5 – +3,6 °С. Дата окончания последних весенних заморозков приходится на начало первой декады мая, а наступление осенних заморозков – на начало третьей декады сентября [4].

Объектами наших исследований являлись опытные посевы второго года жизни, предназначенные к выкопке в осенний период 2020 года. Нами проводилось обследование сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), ели европейской (*Picea abies*), каштана конского (*Aesculus*), березы повислой (*Betula pendula*), дуба черешчатого (*Quercus robur*), а также кустарниковых пород – лоха узколистного (*Elaeagnus angustifolia*) и смородины золотистой (*Ribes aureum*).

Наблюдения измерения проводились в соответствии с существующими методическими указаниями и ГОСТами [5, 6]. Высота растений измерялась с помощью линейки, начиная от корневой шейки до вершины стволика. Измерения проводились у ста случайно выбранных деревьев. Параллельно с измерением высоты стволиков проводились промеры длины корневой системы. Вес корневой системы определялся после его отделения в районе корневой шейки у 20 случайно выбранных растений. Взвешивания проводились на электронных лабораторных весах ВК-300. С помощью штангенциркуля проводились измерения диаметра корневой шейки сеянцев у 20 случайно выбранных сеянцев. Все измерения заносились в полевой журнал. В зимний период были рассчитаны средние значения и определены контрольные показатели по каждому варианту опыта.

**Результаты исследований.** Одним из условий успешного лесовосстановления является использование для посадок доброкачественного посадочного материала, свободного от болезней и вредителей и имеющего приемлемые размеры. Основным документом, определяющим размеры сеянцев древесных пород, является «ОСТ 56-98-93 Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия» [7]. В соответствии с данным нормативным документом высота двухлетних сеянцев сосны обыкновенной должна быть не менее 10,0 см при диаметре корневой шейки не менее 3,0 мм и длине корневой системы 15,0 см. Проведенные нами исследования показывают, что выращенные в учебном лесном питомнике сеянцы имеют среднюю длину 14,5 см и диаметр корневой шейки 4,0 мм. Это соответственно на 45,0 % и 6,6 % больше требования стандарта. При этом длина корневой системы составляет 16,5 см при норме 15,0 см. Вес корне-

вой системы равняется 29,6 г. Таким образом, следует, что сеянцы сосны обыкновенной, выращенные в учебном лесном питомнике, имеют размеры, превышающие стандартные показатели, что тоже нежелательно. Очевидно, данное явление можно объяснить тем, что в учебном лесном питомнике постоянно проводятся опыты по применению минеральных удобрений и регуляторов роста и, возможно, в почве накоплен излишний запас элементов минерального питания, который легко доступен для выращиваемых сеянцев.

Сравнения контрольных параметров по ели европейской выявили аналогичные закономерности. При стандартном размере высоты стволика 12,0 см реальная высота сеянцев составила 13,8 см, что на 15 % больше значений ОСТа. При необходимых размерах корневой шейки в 2,0 мм реальное значение оказалось в пределах 2,8 мм, что на 40 % больше контроля. Длина корневой системы также на 24 % превышала контрольное значение, которое должно равняться не менее 15 см. Вес корневой системы достигал 30,4 г.

Проведенные нами исследования и сравнительный анализ морфологических показателей листовых пород показал, что они также могут с успехом выращиваться на территории питомника. К концу второго года жизни, т.е. к моменту выкопки, высота стволика каштана достигает 16,5 см при минимальной норме 10,0 см, при этом диаметр корневой шейки составляет 5,2 мм, что также на 0,2 мм больше контрольного индекса. Несколько длиннее нормы формируется и корневая система, в среднем на 5,6 см. Это соответственно на 65 %, 4 %, 37,3 % больше контрольных индексов, при этом вес корневой системы достигает 30,4 г.

Сравнительный анализ по дубу черешчатому выявил, что к моменту выкопки сеянцев их высота в среднем на 3,3 % больше требований ОСТа. Выращенный посадочный материал имеет более толстый ствол, который на 5,0 % больше стандарта (стандарт 4,0 мм). Даже, несмотря на частичную потерю корневой системы, при выкопке ее длина составляет 20,8 см, что на 38,6 % больше контрольного индекса (15,0 см). При этом вес корневой системы достигает 26,5 г.

Измерения сеянцев березы повислой показали, что почвенно-грунтовые условия питомника и режим увлажнения посадок способствуют формированию хорошо развитого посадочного материала этой породы с мощной корневой системой. При этом высота стволиков достигает 29,3 см, это на 46,5 % больше контрольного индекса (20,0 см). Диаметр корневой шейки на 12 % превышает

требования ОСТа. В среднем длина корневой системы на 46,6 % больше минимально необходимого размера (15,0 см). Выращенный посадочный материал имеет хорошо развитую корневую систему, достигающую веса 20,0 г.

Наряду с хвойными и лиственными древесными породами для посадок на территории населенных пунктов Самарской области спросом пользуются и кустарниковые породы, из которых создают живые изгороди и композиции для озеленения территорий. Из довольно большого ассортимента произрастающих на территории нашей области кустарниковых пород в условиях учебного питомника довольно хорошо отработаны технологии выращивания лоха узколистного и смородины золотистой. Эти кустарниковые породы имеют сравнительно высокую грунтовую всхожесть и хорошие начальные темпы роста.

Молодые растения не требуют особого ухода и легко переносят небольшие недостатки влаги.

Анализ биометрических измерений выкопанных сеянцев лоха узколистного показал, что высота стволиков и диаметр корневой шейки полностью соответствуют требованиям стандарта и равны соответственно 20,0 см и 3,0 мм. При этом корневая система в среднем оказалась на 6,6 % длиннее контрольного индекса (15,0 см). Вес корневой системы составил в среднем 25,0 г, что является хорошим показателем для молодого растения.

Измерениями выявлено, что лесорастительные условия посевого отделения питомника вполне подходят и для выращивания смородины золотистой, которая наряду с декоративными и защитными функциями в создаваемых насаждениях может являться и пищевым растением. Ее ягоды можно использовать в пищу на уровне ягод садовой смородины.

Измерениями установлено, что к концу второго года жизни высота ее стволика и может достигать 16,0 см, а диаметр 3,2 мм, что в среднем на 6,6 % больше контроля (15,0 см и 3,0 мм). При этом корневая система имеет стандартную длину 15,0 см с общим весом 22,6 г.

**Выводы.** Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. Сеянцы хвойных пород: сосны обыкновенной и ели европейской, выращенные в условиях учебного лесного питомника Самарского ГАУ, соответствуют требованиям стандарта и даже превышают их по высоте в среднем на 15–45 %, а по диаметру корне-

вой шейки – 6,6–40 %. Выше контрольного параметра оказывается и длина корневой системы – в среднем 10–24 %.

2. Почвенно-грунтовые условия учебного лесного питомника и применяемая технология способствуют получению качественного посадочного материала лиственных пород: каштана конского, дуба черешчатого и березы повислой. При этом высота стволиком в среднем на 3,3–65 % больше контрольных индексов, а диаметр корневой шейки на 4–12 % превышает минимальные требования ОСТА. Сеянцы имеют хорошо развитую корневую систему длиной 21,6–22,0 см с массой 20,0–30,4 г.

3. Условия учебного лесного питомника позволяют получать стандартный посадочный материал кустарниковых пород – лоха узколистного и смородины золотистой – с высотой стволиков соответственно в пределах 20,0 и 16,0 см и диаметром корневой шейки в пределах 3,6 мм при норме 3,0 мм. Их корневая система полностью соответствует требованиям ОСТА и составляет не менее 15,0 см при весе 22,6–25,0 г.

4. С целью получения стандартного посадочного материала нормированного размера предлагается в учебном лесном питомнике проводить проверку уровня плодородия почвы с целью корректировки внесения норм минеральных удобрений.

#### Список литературы

1. Ермаков, П. В. Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении лесов и поддержании экологического баланса территорий / П. В. Ермаков, Н. М. Итешина // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 119–122.

2. Мель, И. В. Использование земельных ресурсов в схеме территориального планирования Первомайского района города Ижевска / И. В. Мель, Н. М. Итешина, Е. Е. Шабанова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 126–130.

3. Троц, В. Б. Выращивание сеянцев ясеня обыкновенного при различном уровне плодородия почвы / В. Б. Троц // Аграрная Россия. – 2017. – № 6. – С. 7–10.

4. Климатические условия Самарской области [Электронный ресурс]. – URL: [agropromyshlennost/harakteristika\\_](http://agropromyshlennost/harakteristika_) (дата обращения 05.06.2020 г.).

5. Мерзленко, М. Лесные культуры / М. Мерзленко, Г. Редько. – М.: Юрайт, 2016. – 305 с.

6. ГОСТ 3317-90 Сеянцы деревьев и кустарников. Технические условия. [Электронный ресурс]. – URL: [https://allgosts.ru/65/020/gost\\_3317-90](https://allgosts.ru/65/020/gost_3317-90) (дата обращения: 05.06.2020 г.).

7. ОСТ 56-98-93. Отраслевой стандарт. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: consultant.ru/cons/CGI/online... (дата обращения: 05.06.2020 г.).

УДК 630\*181

**В. Б. Троц**

*ФГБОУ ВО Самарский ГАУ*

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ НОВО-БУЯНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Приводятся сведения, показывающие, что сосна обыкновенная естественного происхождения в условиях Задельненского участкового лесничества в большинстве случаев произрастает в сосняке травяном с дубом (СДТР). При этом класс бонитета насаждения равен II. Наиболее продуктивные древостои сосны обыкновенной, созданные лесными культурами, также формируются в сосняках травяных с дубом (СДТР). Их класс бонитета равен Ia. Минимально низкую продуктивность имеют насаждения сосняка сфангового (ССФ). Класс бонитета таких древостоев равен только IV классу бонитета.

**Введение.** Одним из факторов, определяющих развитие жизни на нашей планете, являются зеленые растения и в первую очередь древесные, образующие лесные сообщества. Лес влияет на климат планеты, распределение осадков, скорость распространения воздушных масс, регулирует режим питания рек, смягчает температурные колебания и т. д. Ученые на протяжении многих лет изучают вопрос о том, какие насаждения, естественного или искусственного происхождения, являются более целесообразными для ведения лесного хозяйства. Естественное возобновление является наиболее простым и экономически выгодным направлением. Установлено, что естественные насаждения обладают наиболее высокой фитоценотической устойчивостью.

В регионах с интенсивным ведением лесного хозяйства определяющая роль принадлежит искусственному лесовосстановлению и лесоразведению. Искусственное лесовосстановление – это создание лесных культур на площадях, ранее покрытых лесом [1, 2]. Искусственное лесовосстановление обеспечивает формирование насаждений нужного породного состава с оптимальной плотностью и равномерным размещением деревьев на площади.



Как правило, насаждения искусственного происхождения более продуктивны по сравнению с естественными в одинаковых условиях произрастания. Однако единого мнения по данному вопросу в лесном хозяйстве нет, и ученые-лесоводы продолжают исследования в этом направлении. Тематика этих исследований актуальна и для лесничеств Самарской области [3].

**Цель исследования.** Выявление особенностей развития сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в естественных и искусственных насаждениях Задольнинского участкового лесничества Ново-Буянского лесничества.

**Методы исследования.** Исследования проводились в период 2018–2019 гг. в сосновых насаждениях Задольнинского участкового лесничества, расположенного в юго-западной части Ново-Буянского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества». Климат зоны расположения лесничества – континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет +3,6 °С. Абсолютный максимум температуры равен +40 °С, минимум составляет -45 °С. Среднегодовое количество осадков равно 484 мм. Средняя продолжительность безморозного периода составляют 124 дня. Рельеф местности – увалисто-равнинный, пересеченный балками и оврагами, имеющий понижения и холмистые гривы.

Объектом исследований являлись древостои сосны обыкновенной естественного происхождения и лесные культуры, заложенные в следующих типах леса: *сосняк злаковый (СЗЛ)*; *сосняк шишый (СМШ)*; *сосняк дубово-кустарниковый (СДК)*; *сосняк сфагновый (ССФ)*; *сосняк травяной с дубом (СДТР)*; *сосняк разнотравный (СРТР)*. При выполнении работы использовались материалы таксационного описания лесов Задольнинского участкового лесничества Ново-Буянского лесничества, кварталы № 32–51, выполненного ФГУП «Рослесинфорг» Федерального агентства лесного хозяйства РФ Ульяновский филиал (Ульяновск, 2015). Также проводились таксационные измерения высоты, диаметра и полноты насаждений на временных пробных площадках размером 50×50 м, которые выделялись в каждом изучаемом типе леса. Высоту деревьев измеряли маятниковым высотомером Макарова. Диаметр стволов определяли на высоте 1,3 м, текстолитовой мерной вилкой конструкции В. В. Никитина. Полноту древостоев устанавливали плотномером Биттерлиха. Пересчет полученных сумм площадей поперечных сечений стволов насаждения проводился по стандартным справочным таксационным таблицам Н. В. Третьякова. С по-



мощью таксационных таблиц определялся и запас древесины в пересчете на 1 га. Закладка временных пробных площадок осуществлялась с учетом требований, принятых в лесоустроительных работах [4].

**Результаты исследований.** Камеральный анализ данных таксационного описания лесных насаждений Задельненского участкового лесничества и наши наблюдения показали, что сосна обыкновенная естественного происхождения в условиях лесничества большей частью произрастает в сосняке травяном с дубом (СДТР), как правило, в составе смешанных древостоев совместно с берёзой повислой (*Bétula péndula*), дубом низкоствольным (*Quércus róbur*), липой мелколистной (*Tília cordáta*) и осинкой обыкновенной (*Pópulus trémula*). При этом по запасу сырой древесины доля сосны обыкновенной в насаждениях может варьировать от 30 до 100 % (табл. 1).

Проведенные нами исследования показали, что наиболее продуктивными насаждениями в лесничестве являются чистые сосняки с формулой состава 10С или с небольшой примесью дуба – 10С+Д. Они наиболее полно используют жизненные ресурсы окружающей среды и имеющиеся лесорастительные условия, формируя сосновый древостой I класса бонитета с высотой ствола 22 м и диаметром 25–26 см. Возраст этих насаждений 65–70 лет. Очевидно, данный древостой образовался на месте участков, пройденных огнем. Дуб поселился к соснам позже, путем заноса желудей грызунами, птицами и белками, об этом говорит его семенное происхождение. В настоящее время он занимает в древостое второй ярус с классом бонитета III, поднимаясь до высоты 16 м. Запас сосновой древесины в данных насаждениях около 300–350 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 1 – Состав и таксационные показатели древостоев сосны обыкновенной естественного происхождения

Состав древостоя	Породы	Возраст, лет	Средняя высота ствола, м	Средний диаметр ствола, см	Класс бонитета	Запас древесины, м <sup>3</sup> /га
10С	С	65	22	26	I	350
10С+Д	С	70	22	25	I	300
	Д	60	16	18	III	16
8С1Лпм1Дн	С	60	17	22	II	180
	Лпм	40	16	20	I	44
	Дн	60	10	14	V	40

Состав древостоя	Породы	Воз- раст, лет	Средняя высота ствола, м	Средний диаметр ствола, см	Класс бони- тета	Запас древеси- ны, м <sup>3</sup> /га
8С1Б1Ос	С	60	20	24	I	190
	Б	55	18	20	I	50
	Ос	35	10	22	II	45
7С2Б1Дн	С	50	16	20	II	180
	Б	45	15	18	II	36
	Дн	50	14	16	III	18
6С4Б	С	55	16	18	II	170
	Б	45	15	19	I	102
2С7Дн+Б	Дн	60	18	24	II	200
	С	50	16	21	II	80
	Б	30	13	18	I	20

В лесничестве имеются насаждения, где на сосну обыкновенную приходится около 80 % запаса древесины. Состав таких древостоев выражается формулой 8С1Лпм1Дн, или 8С1Б1ОС. Возраст деревьев сосны обыкновенной в них равняется 60 годам, высота сосновых стволов в первом древостое равна 17 м, а во втором – 20 м, что соответствует II и I классу бонитета при практически одинаковых диаметрах стволов – 22 см и 24 см. Близок по размеру и запас накапливаемой сосновой древесины 180 м<sup>3</sup>/га и 190 м<sup>3</sup>/га. Характерным для этих насаждений является четко выраженная ярусность древостоя. В первом случае второй ярус формируется за счет дуба низкоствольного, а во втором – за счет осины обыкновенной, высота стволов этих пород составляет соответственно 10 м и 14 м. Очевидно, древостои данного состава сформировались на месте бывших вырубков, в первом случае дубняков, а во втором – соснового леса. Это подтверждает наличие в древостое порослевого дуба и осины обыкновенной с березой повислой – основных спутниковых пород дубового насаждения. Общий запас древесины в данных насаждениях варьирует от 264 м<sup>3</sup>/га до 286 м<sup>3</sup>/га. Относительная полнота насаждений равняется 0,6–0,7.

В древостоях, где сосна обыкновенная занимает около 70 %, вместе с ней произрастают и формируют запас древесины в пределах 20 % – береза повислая и 10 % – дуб порослевой или низкоствольный. При этом возраст сосны обыкновенной составляет около 50 лет, березы – около 46 лет, дуба – 50 лет. Форма древостоя такого сообщества простая, и второй ярус в нем практически не выде-

ляется. Однако в верхней части яруса находятся кроны сосны обыкновенной, ниже идет береза повислая, а чуть ниже расположены кроны дуба. Средняя высота сосны обыкновенной равна около 16 м при диаметре ствола 20 см. Крона березы простирается до высоты 15 м и практически находится в одном ярусе с сосной. Средний диаметр ее ствола составляет 18 см, что лишь на 11 % меньше диаметра ствола главной породы. Несколько ниже кроны березы простирается крона дуба – до 14 м, но в целом разница по ее высоте между древесными породами данной группы не превышает 10–22 %. Поэтому в соответствии с существующей классификацией всех их можно отнести к верхнему (основному) ярусу. Запас древесины сосны обыкновенной на 1 га составляет 180 м<sup>3</sup>, березы – 36 м<sup>3</sup>/га. Запас дубовой древесины равен 18 м<sup>3</sup>/га. Относительная полнота данного состава древостоя равна 0,5–0,6 единиц. Класс бонитета сосны и березы в данном насаждении, в соответствии с бонитировочной шкалой профессора М. М. Орлова [5], равен II, дуба низкоствольного III.

Таксационные параметры насаждений с 60 % долей сосны обыкновенной по запасу во многом схожи с насаждением, описанным выше. Сходным является и возраст произрастающих древесных пород. Очевидно, они сформировались в равных условиях. Так, возраст сосны обыкновенной равен 55 годам, средняя высота стволов поднимается на отметку 16 м, а их диаметр составляет 18 см. Эти показатели примерно равны с древостоями первого типа. На одном уровне с сосной обыкновенной формирует крону и береза – 15 м, ее возраст оценивается в 40 лет. Таким образом формируется смешанный древостой с суммарным запасом древесины в пределах – 272 м<sup>3</sup>/га. При этом на долю сосны обыкновенной приходится древесины 170 м<sup>3</sup>/га, березы – 102 м<sup>3</sup>/га. Относительная полнота данного смешанного состава древостоя равна также 0,5–0,6, а класс бонитета соснового древостоя равен II, березового I.

В лесничестве имеются и смешанные древостои, где сосна обыкновенная занимает относительно небольшую долю в запасе древесины, и преобладающей породой в насаждении является дуб низкоствольный. Состав таких древостоев выражается формулой 2С7Дн1Б. Первый ярус в таком насаждении занимают только кроны 60 летнего дуба низкоствольного, которые поднимаются до отметки – 18 м при диаметре ствола 24 см и запасе древесины на 1 га – 180 м<sup>3</sup>. Сосна обыкновенная имеет возраст около 50 лет и высоту ствола 16 м при диаметре 21 см, что соответствует только II классу бонитета. Высота березы составляла 13 м при диаметре ствола

18 см. В результате древостой данного насаждения имел четко выраженную яростность. Очевидно, данный тип лесного насаждения формируется в лесорастительных условиях, благоприятствующих росту дуба низкоствольного и сдерживающих развитие сосны обыкновенной. Береза подселается в последующем за счет заноса семян с соседних участков. Суммарный запас древесины на 1 га в таком насаждении составляет около 300 м<sup>3</sup>, при этом на долю сосны обыкновенной приходится 80 м<sup>3</sup>/га, а березы 20 м<sup>3</sup>/га. Полнота древостоя равняется 0,5–0,6, класс бонитета сосны равен II, березы повислой I.

Основными типами леса в Задельненском участковом лесничестве, в которых размещались лесные культуры сосны обыкновенной, являются: *сосняк злаковый (СЗЛ)*, *сосняк шишый (СМШ)*, *сосняк дубово-кустарниковый (СДК)*, *сосняк сфанговый (ССФ)*, *сосняк травяной с дубом (СДТР)*, *сосняк разнотравный (СРТР)*. Они имеют различный уровень плодородия почвы и режим увлажнения, что оказывает большое влияние на рост и развитие сосны обыкновенной.

Проведенные нами таксационные измерения практически одновозрастных деревьев (35–40 лет – II класс возраста) на контрольных площадках изучаемых насаждений показали, что наиболее благоприятные условия для роста и развития сосны обыкновенной складываются на равнинных возвышенных местоположениях со свежими дерново-среднеподзолистыми супесями на древнеаллювиальных песках сосняков травяных с дубом (СДТР). Средняя высота 30-летних деревьев на этой площадке равнялась 16 м при диаметре 25 см, что соответствовало Ia классу шкалы бонитета проф. М. М. Орлова. Запас сосновой древесины на 1 га составлял 230 м<sup>3</sup>/га. Относительная полнота насаждения главной породы равнялась 0,9 (табл. 2).

Достаточно благоприятные условия для роста и развития культуры сосны обыкновенной складываются и в сосняке дубово-кустарниковом (СДК), занимающем слегка пониженные места при равнинном или слабо волнистом рельефе с достаточно плодородными серыми лесными почвами, черноземами оподзолёнными, дерново-глинистыми или суглинистыми перегнойнокарбонатными почвами. Средняя высота 40-летних стволов в данном типе леса поднималась до отметки 17 м, при среднем диаметре 20 см, что является хорошим показателем и соответствует I классу бонитета. При относительной полноте древостоя 0,8 единиц запас свежерастущей древесины в насаждении составил 220 м<sup>3</sup>/га.

Таблица 2 – Влияние типов леса на продуктивность искусственных насаждений

Таксационные показатели	Типы леса					
	СЗЛ	СМШ	СДК	ССФ	СДТР	СРТР
возраст, лет	35	30	40	40	30	40
класс возраста	II	II	II	II	II	II
средняя высота ствола, м	14	13	17	9	16	15
средний диаметр ствола, см	18	19	20	15	25	18
класс бонитета	II	II	I	IV	Ia	I
относительная полнота	0,8	0,7	0,8	0,6	0,9	0,8
запас древесины, м <sup>3</sup> /га	170	150	220	85	230	190

Высоко бонитетный древостой формировался и в сосняке разнотравном (*СРТР*), занимающем пониженные ровные места и впадины с почвами дерново-подзолистого типа с прослойками глины. Высота стволов сосны в данном типе леса равнялась 15 м, при среднем диаметре 18 см, это также соответствует I классу бонитета. Запас сырорастающей древесины в древостое равнялся 190 м<sup>3</sup>/га при относительной полноте насаждения 0,8.

Примерно равные таксационные параметры отмечались нами на контрольных площадках, расположенных в насаждениях сосняка злакового (*СЗЛ*), распространённом при бугристом рельефе, занимая широкие гряды и склоны с дерново-подзолистыми, крупнопесчаными, сухими, карбонатными, щебёнчатыми почвами на доломитовых осыпях, а также в сосняке мшистом (*СМШ*), занимающем пониженные места, понижения, котловины между холмами с алювиальными песками, дерновыми и дерново-подзолистыми и песчаными почвами. Высота деревьев в этих типах леса была на уровне 13–14 м при диаметре 18–19 см. Это соответствовало II классу бонитета для 30–35-летних сосен. Полнота насаждения равнялась 0,7–0,8. Запас сосновой древесины на 1 га равнялся 150–170 м<sup>3</sup>. Нами отмечено, что при равных классах бонитета более производительные древостои лесных культур сосны обыкновенной формируются в сосняке злаковом (*СЗЛ*). Они в среднем на 13,3 % продуктивнее сосняков мшистых (*СМШ*).

Крайне неблагоприятные лесорастительные условия для культуры сосны обыкновенной отмечались нами в сосняке сфанговом (*ССФ*), занимающем замкнутые понижения с застойным избыточным увлажнением с торфяно-глеевыми почвами и торфяниками при близком стоянии грунтовых вод. В данном случае рост сосны, очевидно, депрессировался избыточной влажностью и даже забо-



лоченностью почвы, Высота деревьев в этом типе леса находилась в пределах 9 м, диаметр ствола – 15 см, а запас древесины не превышал 85м<sup>3</sup>/га, при относительной полноте древостоя 0,6 м.

**Выводы.** По результатам исследований можно сделать следующие основные выводы.

1. Сосна обыкновенная естественного происхождения в условиях Задельненского участкового лесничества в большинстве случаев произрастает в сосняке травяном с дубом (СДТР), в составе смешанных древостоев с долевым участием в общем запасе древесины на 1 га от 30 до 80 % совместно с берёзой повислой, липой, дубом и осинкой. При этом ее возраст варьирует от 50 до 60 лет, высота стволов – от 16 до 20 м, диаметр – от до 24 см, а запас сосновой древесины на 1 га – от 80 до 180 м<sup>3</sup>/га. Класс бонитета равен II. В лесничестве имеются и чистые сосновые насаждения или с небольшой примесью дуба высокого класса бонитета (I класс) с запасом древесины 300–350 м<sup>3</sup>/га. Высота стволов в них достигает 22 м при диаметре 25–25см.

2. Наиболее продуктивные, высоко полнотные (0,9) древостои сосны обыкновенной, созданные лесными культурами, формируются в сосняках травяных с дубом (СДТР). Их класс бонитета равен Ia, при высоте стволов 16 м. Запас древесины в таком типе леса в 30-летнем возрасте равен 230 м<sup>3</sup>/га.

3. Минимально низкую продуктивность имеют насаждения сосняка сфангового (ССФ). Высота деревьев и диаметр стволов в нем соответственно в среднем на 77,7 и 66,6 %, а запас древесины в 12,7 раза меньше, чем в сосняках травяных с дубом (СДТР). Класс бонитета таких древостоев равен только IV классу.

#### Список литературы

1. Мушкина, К. А. Анализ ведения лесного хозяйства арендатором на участках, переданных в аренду, на примере ООО ТПК «Восток-Ресурс» / К. А. Мушкина, Н. М. Итешина, Р. Ф. Асадуллаев, Е. Е. Шабанова // Научные инновации в развитии отраслей АПК: м-лы Междунар. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2020. – С. 130–134.

2. Семенова, Ю. С. Ландшафтно-лесоводственная оценка лесов зеленой зоны Завьяловского лесничества УР / Ю. С. Семенова, Н. М. Итешина // Современному АПК – эффективные технологии: м-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию доктора с.-х. наук, профессора, засл. деят. науки РФ, почет. раб. ВПО РФ В. М. Макаровой. – Ижевск, 2019. – С. 192–195.

3. Троц, В. Б. Использование учебного лесного питомника в подготовке специалистов лесного хозяйства / В. Б. Троц // Опыт образовательной организации



в сфере формирования цифровых навыков: м-лы Всеросс. науч. конф. – Чебоксары, 2019. – С. 1–5.

4. ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустойчивые. Методы закладки» [Электронный ресурс]. – URL: [1bm.ru/techdocs/kgs/ost/1169/..](http://1bm.ru/techdocs/kgs/ost/1169/) (дата обращения: 05.06.2020 г.).

5. Определение таксационных показателей древостоя – Таксация леса [Электронный ресурс]. – URL: [studbooks.net/1295247/...](http://studbooks.net/1295247/) (дата обращения: 05.09.2020 г.).

УДК 630\*181

**В. Б. Троц**

*ФГБОУ ВО Самарский ГАУ*

## **ПРИЖИВАЕМОСТЬ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СТАВРОПОЛЬСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Приводятся сведения, показывающие, что в условиях Мусоргского участкового лесничества лучшая приживаемость сосны обыкновенной – на уровне 70,0–75,5 %, во всех рассматриваемых типах леса, происходит при осенней посадке лесных культур. При весенней посадке сеянцев их приживаемость снижается в среднем на 8,0 %. При всех сроках посадки наиболее лучше лесные культуры сохраняются в условиях сосняка лишайниково-мшистого (СЛИШМШ). Наиболее высокую приживаемость лесные культуры сосны обыкновенной, как при осеннем, так и весеннем сроке посадки, имеют в лесорастительных условиях Д<sub>3</sub>, соответственно 81,8 % и 72,2 %.

**Введение.** Сосна обыкновенная является одной из важнейших древесных пород, дающих ценную древесину, применяемую в различных отраслях хозяйства. Благодаря неприхотливости и способности легко адаптироваться к различным лесорастительным условиям, в том числе и неблагоприятным для других лесобразующих лесостепной и степной зоны пород, она является ценнейшим видом для создания защитных и зеленых насаждений в районах недостаточной влагообеспеченности и бедных почв [1].

Посадки сосны обыкновенной довольно широко распространены в Самарской области. Их используют для защиты автомобильных и железных дорог от сильных ветров и снежных заносов, создания лесопарковых и рекреационных территорий в населенных пунктах, закрепления склоновых земель и т. д. Однако зачастую искусственные насаждения сосны обыкновенной имеют низ-

кие темпы роста и класс бонитета, что делает их не способными в полной мере выполнить возлагающиеся на них задачи. По мнению многих лесоводов, причиной этому является нерациональное размещение насаждений в ландшафтах. В связи с этим выявление особенностей приживаемости сеянцев сосны обыкновенной имеет большое научное и практическое значение [2, 3].

**Цель исследования.** Выявление особенностей приживаемости сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) в искусственных насаждениях Ставропольского лесничества.

**Методы исследования.** Эксперименты проводились в период 2018–2019 гг. в лесных культурах, заложенных на территории Мусорского участкового лесничества, находящегося в северо-западной части Ставропольского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества». Климат района исследований континентальный. Среднегодовое количество осадков равно 520 мм. Среднегодовая температура воздуха +3,6 °С, продолжительность безморозного периода составляют 130 дня. Рельеф местности – увалисто-равнинный, пересеченный балками и оврагами, имеющий понижения и холмистые гривы [4].

Лесные культуры закладывались в следующих типах леса: *сосняк лишайниково-мишстый (СЛИШМШ)*; *сосняк мишстый (СМШ)*; *сосняк травяной с дубом (СДТР)*. Кроме типов леса нами учитывались и лесорастительные условия, в которых размещались лесные культуры сосны обыкновенной. В условиях лесничества это были следующие ряды: В<sub>1</sub>; С<sub>2</sub>; Д<sub>3</sub>.

Агротехника лесных культур – общепринятая для центральной зоны Самарской области. Подготовка почвы проводилась плугом ПКЛ-70 путем нарезки параллельных борозд с расстоянием между центрами 3 м. Для посадки использовались 2-летние сеянцы сосны обыкновенной, выращенные в местном питомнике и приобретенные в других регионах. Посадка проводилась машиной МЛУ-1 с расстоянием между растениями в рядку 0,75 м. Срок проведения посадки – осенью (вторая декада октября) и весной (первая декада мая). Необходимые учеты проводились в соответствии с существующими методическими указаниями и ГОСТами [5, 6].

**Результаты исследований.** Анализ полученных данных приживаемости лесных культур, что в лесничестве данный показатель находится на уровне 61,8–75,0 %, при этом имеются различия в зависимости от типов леса, в которых проводились насаждения, и времени проведения посадки сеянцев. Установлено, что при посадке

в осенний период 2018 г. среднее число высаженных сеянцев равнялось 4400 шт. на 1 га. На всей обследованной нами площади – 6,0 га было высажено 26 400 шт. молодых деревьев. Подсчетами установлено, что число сохранившихся растений находится в пределах 19 316 шт., или 73,1 % от общего количества высаженных сосенок. При этом наибольшее число выживших растений – 75,0 % отмечалось нами в сосняке лишайниково-мшистом (СЛИШМШ) и сосняке травяном с дубом (СДТР) – 73,0 %. Несколько меньше – 70,0 % было живых деревьев в сосняке мшистом (СМШ) (табл. 1).

Таблица 1 – Выживаемость лесных культур в Мусоргском участковом лесничестве при различных сроках посадки

Тип леса	Площадь посадки, га	Число Высаженных сеянцев, шт.	Число прижившихся сеянцев, шт.	Приживаемость сеянцев, %
осень 2018 г				
Сосняк лишайниково-мшистый (СЛИШМШ)	2,0	8800	6600	75,0
Сосняк мшистый (СМШ)	1,0	4400	3080	70,0
Сосняк травяной с дубом (СДТР)	3,0	13 200	9636	73,0
Среднее	2,0	8800	6438	73,1
весна 2019 г				
Сосняк лишайниково-мшистый (СЛИШМШ)	1,0	4270	2916	68,3
Сосняк мшистый (СМШ)	1,8	7686	4750	61,8
Сосняк травяной с дубом (СДТР)	3,1	13 237	8736	66,0
Среднее	1,96	8398	5467	65,1

Подсчеты сохранившихся лесных культур, заложенных весной 2019 г., показали, что их сохранность в среднем на 8,0 % ниже. Причем данная тенденция прослеживается во всех изучаемых типах леса. По нашему мнению, в первую очередь это можно объяснить лучшей влагообеспеченностью растений, высаживаемых осенью, поскольку они имеют возможность использовать полностью осеннюю влагу, а также влагу зимне-весенних осадков. При весенней посадке размещение растений в почву происходит при достаточно высокой температуре воздуха, что обуславливает возможное подсыпание корневой системы. К тому же почва тоже успевает прогреться до температуры +10–15 °С. В результате растения с первых мо-

ментов жизни начинают испытывать дефицит доступной влаги, поскольку его корневая система окружена сухими частичками почвы.

Анализ данных приживаемости сосны обыкновенной в культурах по типам леса показал, что при всех сроках посадки лучше всего молодые деревья сохраняются в сосняке лишайниково-мшистом (СЛИШМШ) на уровне 68,3–75,0 %. Возможно, слабо бугристый рельеф территории со слабо-дерновыми супесчаными почвами свежего режима увлажнения более лучше подходит требованиям молодого поколения соснового леса. Может быть, сохранившийся местами лишайниково-мшистый надпочвенный покров способствует повышению сосущей силы корней молодых деревьев и созданию микоризы. Достаточно высокая сохранность молодого поколения леса отмечалась нами и в сосняке травяном с дубом (СДТР) – на уровне 66,0–73,1 %, что лишь на 2,6–3,4 % меньше показателей сосняка лишайниково-мшистого. Данный тип леса в лесничестве занимает равнинные возвышенные местоположения со свежими дерново-среднеподзолистыми супесями на древнеаллювиальных песках. Несколько ниже – 61,8–70 % сохранность сосны обыкновенной отмечалась нами в сосняке мшистом (СМШ), занимающем котловину между холмами с аллювиальными песками, дерновыми и дерново-подзолистыми и песчаными влажными почвами. Возможно, причиной гибели растений является избыточное переувлажнение и даже застой воды в посевных бороздах после осенних дождей и весеннего таяния снега, что естественно могло привести к нарушению газообмена в корневой зоне молодых деревьев.

В условиях Мусоргского участкового лесничества лесные культуры могут закладываться в различных лесорастительных условиях, естественно, они имеют разный уровень плодородия почвы и режим увлажнения, все это сказывается на приживаемости молодых растений. Обследованиями осенних посадок 2018 года установлено, что наиболее высокую приживаемость имеют лесные культуры на участках с относительно плодородными супесчаными почвами и благоприятным режимом увлажнения ряда  $D_3$  – 81,8 %. Снижение уровня плодородия почвы и режима увлажнения до ряда  $C_2$  уменьшало число выживших растений на 4,4 % – до 78,3 % (табл. 2).

При дальнейшем продвижении в менее плодородные и сухие условия ряда  $B_1$  приживаемость сосны обыкновенной уменьшилась соответственно на 7,6 % и 3,0 % – до 76,0 %. И это в целом при благоприятном сроке посадки. Снижение приживаемости лесных культур в лесорастительных условиях  $B_1$ , по нашему мнению, в первую

очередь связано с недостаточностью влагообеспеченности местности и дефицитом почвенной влаги к моменту посадки семян.

Таблица 2 – Приживаемость лесных культур в различных лесорастительных условиях

Лесорастительные условия	Площадь посадки, га	Число высаженных семян, шт.	Число прижившихся семян, шт.	Приживаемость семян, %
осень 2018 г.				
В <sub>1</sub>	1,0	4400	3344	76,0
С <sub>2</sub>	1,2	5280	4134	78,3
Д <sub>3</sub>	2,3	10 120	8278	81,8
весна 2019 г.				
В <sub>1</sub>	0,7	3080	1725	56,0
С <sub>2</sub>	1,1	4840	3146	65,0
Д <sub>3</sub>	0,9	3960	2859	72,2

Анализ данных, полученных на учетных площадках с весенним сроком посадки, показывает, что гибель семян в лесорастительных условиях С<sub>2</sub> в среднем на 11,0 % больше, чем в условиях Д<sub>3</sub>, а в посадках лесорастительных условий В<sub>1</sub> она в среднем достигала 44 %, что почти на 29 % выше показателей ряда Д<sub>3</sub>. Очевидно, сухие почвы имеют меньший запас продуктивной влаги к моменту посадки семян. Весной они быстро пересыхают, а летние осадки не могут восполнить потерю влаги. Исходя из этого, в лесохозяйственной практике лесничества следует по возможности лесные культуры сосны обыкновенной в лесорастительных условиях ряда В<sub>1</sub> размещать осенью, с тем, чтобы более продуктивно использовать осенне-зимние запасы влаги.

В условиях Мусоргского участкового лесничества для проведения лесовосстановительных работ, как правило, используются семена, выращенные в Федоровском лесном питомнике, находящемся на территории Ставропольского лесничества. Однако в отдельные годы в лесничество может завозиться и посадочный материал из других регионов страны, чаще всего из Республики Татарстан или Ульяновской области. Это ближайшие к территории Самарской области регионы, и можно предположить, что они имеют схожие лесорастительные условия и экологические ниши, следовательно, адаптация молодых деревьев на новом месте должна происходить быстро и безболезненно.



На территории лесничества посадочный материал из Республики Татарстан и Ульяновской области высаживался на сравнительно небольших площадях осенью 2018 и 2019 гг. Проведенные нами учеты показали, что приживаемость местных сеянцев выше, чем привезённых. В посадках 2018 г. в среднем на 12,9 %, а в посадках 2019 г. – на 9,6 % (табл. 3).

Таблица 3 – Приживаемость сеянцев сосны обыкновенной различного происхождения

Происхождение сеянцев и площадь посадки	Число высаженных сеянцев, шт./га	Число прижившихся сеянцев, шт./га	Приживаемость сеянцев, %
осень 2018 г.			
местное (0,8 га)	3520	2710	77,0
Р. Татарстан (1,2 га)	5280	3600	68,2
осень 2019 г.			
местное (1,1 га)	4840	3465	71,6
Ульяновская обл. (0,7 га)	3080	2011	65,3

Приживаемость сеянцев из Республики Татарстан была в среднем на 4,4 % ниже, чем сеянцев из Ульяновской области.

По нашему мнению, даже несмотря на сравнительно небольшую географическую удалённость, посадочный материал из соседних регионов выращивался на других почвах и при более влажных и прохладных климатических условиях, что, естественно, сказывается на его адаптации. Возможно, при перевозке сеянцев нарушаются правила их транспортировки, и происходит подсушивание корневой системы. Может быть, сеянцы приходят в лесничество пораженными какими-либо заболеваниями, которые не проявляются на их родине.

**Выводы.** По результатам проведенных исследований можно сделать следующие основные выводы:

1. В условиях Мусоргского участкового лесничества лучшая приживаемость сосны обыкновенной – на уровне 70,0–75,5 %, во всех рассматриваемых типах леса, происходит при осенней посадке лесных культур. При весенней посадке сеянцев их приживаемость снижается в среднем на 8,0 %.

2. При всех сроках посадки наиболее лучше лесные культуры сохраняются в условиях сосняка лишайниково-мшистого (СЛИШМШ) – в среднем 68,3–75,0 %, в сосняке травяном с дубом



(СДТР) – их приживаемость уменьшается на 2,6–3,4 % – до 66,0–73,1 %, а в сосняке мшистом (СМШ) – на 7,1–10,5 % – до 61,8–70 %.

3. Наиболее высокую приживаемость лесные культуры сосны обыкновенной, как при осеннем, так и весеннем сроке посадки, имеют в лесорастительных условиях  $D_3$ , соответственно 81,8 % и 72,2 %. При продвижении посадок в лесорастительные условия  $C_2$  их приживаемость уменьшается в среднем на 4,4 % и 11,0 %.

4. Размещение лесных культур на относительно бедных и сухих песчаных и супесчаных почвах лесорастительных условий ряда  $B_1$  – уменьшает приживаемость культур сосны обыкновенной по сравнению с рядом  $D_3$ , при осеннем сроке посадки на 7,6 %, а при весеннем – на 29 %.

5. В условиях лесничества посадку сосны обыкновенной на лесокультурной площади с лесорастительными условиями  $B_1$  следует проводить в осенний период.

6. Приживаемость местного посадочного материала сосны обыкновенной на лесокультурной площади Мусоргского участкового лесничества в среднем на 9,9–12,9 % выше приживаемости семян, поступивших из других регионов.

#### Список литературы

1. Касимов, А. К. Фиторесурсный восстановительный потенциал и обустройство земель, нарушенных при гидравлической разработке россыпей / А. К. Касимов, Н. М. Итешина // Вестник Ижевской ГСХА. – 2019. – № 3 (59). – С. 35–43.

2. Касимов, А. К. Эколого-экономическое обоснование оптимизации ландшафтов методом лесной рекультивации на отработанных россыпях речных долин / А. К. Касимов, Н. М. Итешина // Аграрная наука – сельскому хозяйству: м-лы Национ. науч.-практ. конф. – Ижевск, 2018. – С. 32–35.

3. Троц, В. Б. Выращивание семян дуба черешчатого при различном уровне плодородия почвы / В. Б. Троц // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: м-лы Всеросс. науч.-практ. конф. – Лесниково, 2016. – С. 36–39.

4. Климатические условия Самарской области [Электронный ресурс]. – URL: [agropromyshlennost/harakteristika\\_](http://agropromyshlennost/harakteristika_) (дата обращения: 05.06.2020 г.).

5. Инструкция по инвентаризации лесных культур [Электронный ресурс]. – URL: [isokrasnodar.ru](http://isokrasnodar.ru) (дата обращения: 05.06.2020 г.).

6. Технические указания по проведению инвентаризации лесных культур [Электронный ресурс]. – URL: [docs.cntd.ru/document/9014074](http://docs.cntd.ru/document/9014074) (дата обращения: 05.06.2020 г.).

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>А. К. Касимов</b> Краткий очерк истории образования и становления лесохозяйственного факультета Ижевской ГСХА . . . . .	3
<b>С. Л. Абсалямова</b> Изучение запаса лекарственных растений в Граховском лесничестве Удмуртской Республики . . . . .	11
<b>С. Г. Белослудцева, А. К. Касимов</b> Особенности формирования вырубок после сплошных рубок. . . . .	14
<b>Н. А. Бусоргина</b> Прогнозирование использования земель для повышения экологической устойчивости агроландшафта . . . . .	19
<b>И. Л. Бухарина, А. С. Пашкова</b> Особенности формирования корневой системы хвойных растений в насаждениях различных экологических категорий на примере г. Ижевска . . . . .	21
<b>А. А. Вайс</b> Возрастные особенности чистых осиновых насаждений юга Средней Сибири . . . . .	27
<b>Н. В. Василевская, П. В. Осечинская</b> Палиноиндикация среды в зоне промышленного воздействия АО «Апатит» (Мурманская область) . . . . .	32
<b>В. В. Гостев</b> Влияние густоты посадки на вынос элементов минерального питания сосновыми древостоями Лесной опытной дачи Тимирязевской академии . . . . .	40
<b>И. В. Грабовский</b> Проблемы и ошибки кадастрового инженера при переходе от государственной системы координат (СК) к местной системе координат (МСК) . . . . .	44
<b>А. В. Дмитриева, А. Ш. Тимерьянов</b> Оптимизация лесоаграрных ландшафтов на части территории Дюртюлинского района Республики Башкортостан . . . . .	48

<b>В. П. Ермаков, И. М. Копанева, Н. М. Итешина, Е. А. Рублева</b> Космический мониторинг в лесном хозяйстве на примере опытного лесного участка в Алнашском районе Удмуртской Республики . . . . .	53
<b>Е. М. Илюшкова</b> Экологическая оценка влияния состава древостоя на содержание органики в почве на ЛОД РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. . . . .	61
<b>А. К. Касимов, Н. В. Духтанова</b> Лесоводственные меры рекультивации нарушенных земель . . . . .	67
<b>Л. П. Колесникова, Н. М. Итешина, Е. Е. Шабанова</b> Малые архитектурные формы в условиях городской среды на примере г. Ижевска . . . . .	73
<b>Е. С. Кондрашина</b> Естественное возобновление ели в ядре Кологривского участка заповедника «Кологривский лес». . . . .	78
<b>И. М. Копанева, Е. А. Рублева</b> Выявление по космическим снимкам LANDSAT сельскохозяйственных земель, зарастающих лесом, и картографирование проблем лесного хозяйства с помощью ГИС-технологий. . . . .	86
<b>Д. Кулигина, Н. В. Духтанова</b> Способы подготовки семян хвойных пород к посеву . . . . .	92
<b>А. В. Лебедев</b> Двухпараметрические уравнения зависимости высот деревьев от диаметров на высоте груди . . . . .	96
<b>К. А. Неретина, Л. Н. Блонская</b> Современные аспекты озеленения приусадебных участков в пригороде г. Уфы . . . . .	99
<b>П. С. Николаева</b> Малые архитектурные формы, используемые для благоустройства частных территорий . . . . .	104

<b>К. Ю. Прокошева, Р. Р. Абсалямов</b> Проблемы приживаемости и роста деревьев и кустарников на территории жилой застройки в городе Ижевске . . . . .	.107
<b>Н. В. Птицына</b> Использование красивоцветущих однолетников в озеленении территории храма . . . . .	.110
<b>В. А. Руденок, Т. А. Строт</b> Метод массовой борьбы с борщевиком . . . . .	.116
<b>С. А. Семёнова, Н. В. Иванисова</b> Изучение шумопоглощающих способностей <i>Picea pungens</i> и <i>Pinus pallasiana</i> на территории города Ростов-на-Дону . . . . .	.121
<b>М. Т. Спыну</b> Функционально-экологическая оценка пространственно- временной изменчивости эмиссии потоков оксида азота (I) в посадке Ивы Пурпурной на городских почвах . . . . .	.127
<b>Г. А. Хизапова</b> 3D-моделирование в ландшафтной архитектуре . . . . .	.130
<b>Е. Е. Шабанова, А. К. Касимов</b> Лесная рекультивация нарушенных земель на территории Мишкинского месторождения нефти и газа Удмуртской Республики . . . . .	.136
<b>В. С. Шиляев, Д. А. Поздеев</b> Комлевой сбег стволов берёзы в древостоях Увинского лесничества Удмуртской Республики. . . . .	.145
<b>В. Б. Троц, С. К. Касымов</b> Морфологические особенности сеянцев древесных пород в условиях лесного питомника Самарского ГАУ . . . . .	.148
<b>В. Б. Троц</b> Особенности развития сосны обыкновенной в условиях Ново-Буянского лесничества . . . . .	.154
<b>В. Б. Троц</b> Приживаемость сеянцев сосны обыкновенной в различных лесорастительных условиях Ставропольского лесничества . . . . .	.162

*Научное издание*

**НАУЧНЫЕ ИННОВАЦИИ  
В РАЗВИТИИ ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ**

Материалы Национальной научно-практической конференции,  
посвященной 20-летию лесохозяйственного факультета

*2–3 декабря 2020 года  
г. Ижевск*

Редактор И. М. Мерзлякова  
Компьютерная верстка А. А. Волкова

Подписано в печать 09.04.2021 г. Формат 60×84/16.  
Усл. печ. л. 10. Уч.-изд. л. 7,8.  
Тираж 300 экз. (первый завод 30 экз.). Заказ № 8193.  
Отпечатано в ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА  
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11.