

Электронный архив УГЛТУ



ISSN 2218-7545

4 (70)
2019

ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ



ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Журнал

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-31334,

выдан Роскомнадзором 05.03.2008 г.

Издается с 2002 года

Выходит четыре раза в год



Редакционный совет:

Е. П. Платонов – председатель редакционного совета,
главный редактор
М. В. Газеев – зам. гл. редактора
С. В. Залесов – зам. гл. редактора

Редколлегия:

А. В. Вураско, Э. Ф. Герц, З. Я. Нагимов, И. В. Петрова,
А. Н. Рахимжанов, Р. Р. Сафин, Р. Р. Султанова,
В. А. Усольцев, П. А. Цветков

Редакция журнала:

Н. П. Бунькова – зав. редакционно-издательским отделом

И. А. Панин – ответственный за выпуск

Е. Л. Михайлова – редактор

Т. В. Упорова – компьютерная верстка

Фото на обложке Л. А. Белова

Материалы для публикации подаются ответственному
за выпуск журнала И. А. Панину
(контактный телефон 8 (952) 743-44-87,
e-mail: paninia@m.usfeu.ru)
или в РИО (контактный телефон +7 (343) 262-96-10),

Подписано в печать 16.12.2019.

Дата выхода в свет 23.12.2019.

Формат 60 × 84/8. Печать офсетная.

Уч.-изд. л. 7,7. Усл. печ. л. 8,8.

Тираж 100 экз. (1-й завод 30 экз.). Бесплатно. Заказ №

Учредитель: ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Отпечатано с готового оригинал-макета
Типография ООО ИЗДАТЕЛЬСТВО
«УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург,
ул. Гагарина, 35а, оф. 2

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет», 2019

К сведению авторов

Внимание! Редакция принимает только те материалы,
которые полностью соответствуют обозначенным ниже требованиям.
Недоукомплектованный пакет материалов не рассматривается.
Плата за публикацию рукописей не взимается.

1. Статьи должны содержать результаты научных исследований, которые
можно использовать в практической работе специалистов лесного хозяйства, ле-
сопромышленного комплекса и смежных с ними отраслей (экономики и органи-
зации лесопользования, лесного машиностроения, охраны окружающей среды и экологии), либо представлять познавательный интерес (исторические материалы, краеведение и др.). Рекомендуемый объем статей – 8–10 страниц текста (не менее 4 страниц). Размер шрифта – 14, интервал – 1,5, гарнитура – Times New Roman, поля – 2,5 см со всех сторон. Абзацный отступ – 1 см.

2. Структура представляемого материала следующая.
Номер УДК определяется в соответствии с классификатором (выравнивание по левому краю, без абзацного отступа).

Заглавие статьи должно быть информативным. В заглавии можно использо-
вать только общепринятые сокращения. Все буквы прописные, полужирное
начертание (выравнивание по центру, без абзацного отступа).

Сведения об авторах: фамилия, имя, отчество (полужирное начертание),
ученая степень, звание; место работы (официальное название организации и
почтовый адрес обязательно); электронный адрес, телефон (выравнивание по
правому краю).

Ключевые слова (до 10 слов) – это определенные слова из текста, по которым
ведется оценка и поиск статьи. В качестве ключевых слов могут использоваться
как слова, так и словосочетания.

Аннотация (резюме) должна соответствовать требованиям ГОСТ 7.9-95
«Реферат и аннотация. Общие требования». Она должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
 - оригинальной;
 - содержательной (отражать основную суть статьи и результаты исследова-
ний);
 - структурированной (следовать логике описания результатов в статье);
 - объемом 200–250 слов, но не более 2000 знаков с пробелами.
- Аннотация включает следующие аспекты содержания статьи:
- предмет, цель работы;
 - метод или методологию проведения работы;
 - результаты работы;
 - область применения результатов;
 - выводы.

Далее следует на **английском языке** заглавие статьи, сведения об авторах,
ключевые слова, аннотация (резюме).

В тексте статьи необходимо выделить заголовки разделов «Введение»,
«Цель, задача, методика и объекты исследования», «Результаты исследования
и их обсуждение», «Выводы», «Библиографический список».

Ссылки на литературу, используемую в тексте, обозначаются в **квадратных
скобках**, нумерация сквозная, возрастает с единицы по мере упоминания источ-
ников.

Линии графиков и рисунков в файле должны быть сгруппированы. Таблицы
представляются в формате Word, формулы – в стандартном редакторе формул
Word, структурные химические – в ISIS / Draw или сканированные, диаграммы –
в Excel. Иллюстрации представляются в электронном виде в стандартном редак-
торе формул Word (Вставка – Объект – Создание – Тип объекта MathType 6.0
Equation, в появившемся окне набирается формула). Рекомендуется нумерацию
формул также делать сквозной. Нумеровать следует только те формулы, на ко-
торые есть ссылки в тексте. Иллюстрации представляются в электронном виде
в стандартных графических форматах. Также обязательно переводить названия
к иллюстрациям, данные иллюстраций, табличные данные вместе с заголовками
непосредственно с показателями и примечаниями, т. е. сначала приводятся табли-
цы и иллюстрации на русском языке, затем на английском.

Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.05–2008
(на русском и английском языках).

3. На каждую статью требуется одна **внешняя** рецензия. Перед публикацией
редакция вправе направлять материалы на дополнительное рецензирование в ве-
дущие НИИ соответствующего профиля по всей России. Внимание! Рецензентом
может выступать только доктор наук или член Академии наук!

4. На публикацию представляемых в редакцию материалов требуется
письменное разрешение организации, на средства которой проводилась работа,
если авторские права принадлежат ей.

5. Авторы представляют в редакцию журнала:

- статью в печатном и электронном виде (формат DOC или RTF) в одном
экземпляре, без рукописных вставок, на одной стороне стандартного ли-
ста, подписанную на обороте последнего листа всеми авторами, с указа-
нием даты сдачи материала. Материалы, присланные в полном объеме по
электронной почте, дублировать на бумажных носителях не обязательно.
Адрес электронной почты – 9502011169@mail.ru (Бачурина Анна Влади-
мировна);
 - иллюстрации к статье (при наличии);
 - рецензию;
 - авторскую справку или экспертное заключение;
 - согласие на публикацию статьи и персональных данных.
6. Фотографии авторов не требуются.

Содержание

Сальникова И. С., Николаева А. В. Рост и строение еловых и берёзовых древостоев Среднего Урала	4
Беляев Т. А., Нагимов З. Я., Шевелина И. В., Шерстнев В. А. Ретроспективный анализ изменения площадей насаждений различных пород в лесном фонде Пермского края	10
Шевелина И. В., Нагимов З. Я., Тимофеева Е. Е., Кожевников М. Р. Разработка методики оценки площади поверхности хвои сосны обыкновенной	18
Борисова С. И., Осипенко Р. А., Зотеева Е. А. О состоянии живого напочвенного покрова в Московском лесопарке города Екатеринбурга	27
Фирсов Н. М., Малицкий Р. Б., Платонов Е. Ю., Хабибуллин А. Ф., Сащенко В. Н. Опыт обнаружения и мониторинга лесных пожаров по космическим снимкам	33
Новохионов И. В. Состав напочвенных горючих материалов в сосняках Казахского мелкосопочника	41
Вибе Е. П., Меркель К. А. Опыт по применению ростовых веществ и биологических фунгицидов на распространённость полегания всходов сосны обыкновенной	48
Бутко Г. П. Экономическая оценка результативности управленческих нововведений как фактор обеспечения эффективного лесопользования	53
Щелоков Я. М., Мехренцев А. В. Энергетический менеджмент как инструмент повышения эффективности технологических процессов на предприятиях лесного комплекса	59
Анянова Е. В. Совершенствование методов получения и обработки информации для естественного зарастания нарушенных земель при угледобыче	68

Содержание

Salnikova I. S., Nikolaeva A. V.

Growth and structure of spruce and birch tree stands in the Middle Urals 4

Belyaev T. A., Nagimov Z. Ya., Shevelina I. V., Sherstnev V. A.

Retrospective analysis of change in areas of various species stands in forest fund
of the Perm region 11

Shevelina I. V., Nagimov Z. Ya., Timofeeva E. E., Kozhevnikov M. R.

Development of a technique for estimating the surface area of scots pine needles 19

Borisova S. I., Osipenko R. A., Zoteeva E. A.

On the state of living ground cover in the Moscow forest park of the city
of Yekaterinburg 27

Firsov N. M., Malitsky R. B., Platonov E. Yu., Khabibullin A. F., Sashenko V. N.

Experience of forest fire detecting and monitoring from space images 33

Novokshonov I. V.

Composition of combustible materials in pine stands of Kazakh lowhills 42

Vibe E. P., Merkel K. A.

Experience in the application of growth substances and biological fungicides
on the prevalence of lodging of common pine seedlings 48

Butko G. P.

Economic evaluation of the effectiveness of management innovations as a factor
for ensuring effective forest management. 54

Slikov Y. M., Mehrentsev A. V., Avdeeva V. S.

Energy management as a tool to increase efficiency of technological processes
at forest complex enterprises 60

Anyanova E. V.

Improvement of methods for obtaining and processing information
for natural overgrowth of disturbed lands during coal mining 68

УДК 630.5

РОСТ И СТРОЕНИЕ ЕЛОВЫХ И БЕРЁЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ СРЕДНЕГО УРАЛА

И. С. САЛЬНИКОВА – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства,
e-mail: salnikovais@m.usfeu.ru

А. В. НИКОЛАЕВА – магистрант
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8(343) 262-97-93

Ключевые слова: лесное хозяйство, строение древостоев, тип леса, рост древостоев, формирование древостоев, еловые древостои, берёзовые древостои.

В статье рассмотрены особенности строения берёзовых и еловых древостоев в разных типах леса в условиях Среднего Урала, а также отличия в росте древостоев относительно условий местопроизрастания.

Ход роста по высоте в еловых и берёзовых древостоях отличается по темпам прироста в различных типах леса в зависимости от наличия благоприятных факторов. Рост средних деревьев ели и берёзы в отдельные периоды жизни указывает на изменение класса бонитета по мере роста древостоя.

Распределение деревьев по условным ступеням толщины позволяет убедиться, что максимальный процент количества деревьев в распределении по толщине не зависит от породы и типа леса.

На основе рядов редуцированных чисел по диаметру, рассчитанных в зависимости от диаметра дерева 90 ранга, и по показателю относительной высоты, показывающему напряжение роста и эндогенную дифференциацию стволов, прослеживается сходство строения древостоев разных типов леса в высших рангах.

Кроме того, установлено, что при выделении типа леса в качестве диагностического признака следует учитывать особенности строения и формирования древостоя.

**GROWTH AND STRUCTURE OF SPRUCE AND BIRCH TREE STANDS
IN THE MIDDLE URALS**

I. S. SALNIKOVA – PhD (Agriculture), associate professor of forest taxation
and forest inventory,
e-mail: salnikovais@m.usfeu.ru

A. V. NIKOLAEVA – graduate student
FSBEE HE «Ural State Forest Engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky Tract, 37,
phone: 8 (343) 262-97-93

Keywords: forestry, structure of tree stands, forest type, growth of tree stands, formation of tree stands, firry stands, spruce stands, birch stands.

The article discusses the structural features of birch and spruce stands in different types of forests in the Middle Urals, as well as differences in the growth of stands in relation to the growing conditions.

The growth course by height in spruce and birch stands differs by growth rates in different types of forests depending on the presence of favorable factors. The growth of medium-sized trees of spruce and birch in certain periods of life indicates a change in the class of stand quality index as the stand grows.

The distribution of trees by conditional thickness steps allows us to make sure that the maximum percentage of the amount of trees in the distribution by thickness does not depend on the species and type of forest.

Based on the series of reduction numbers in diameter, calculated depending on the diameter of a tree of rank 90, and in terms of relative height, which shows growth stress and endogenous differentiation of trunks, a similarity of the structure of stands of different types of forests in higher ranks is observed.

In addition, it was found out that when distinguishing the type of forest as a diagnostic feature, one should take into account the structural features and the formation of the stand.

Введение

Судить о росте и формировании древостоев можно по изменению их таксационных показателей с возрастом, что наиболее наглядно представлено в таблицах хода роста насаждений.

Поскольку в таблицах хода роста динамика показателей обобщена и в связи с этим рост отдельного древостоя может не соответствовать этой динамике, то наиболее точно оценивать рост древостоев по типам леса нужно на основании анализа модельных деревьев.

В то же время классы бонитета корректно определяются по средней высоте и возрасту древостоя старшего возраста, однако этот класс не отражает действительное положение для молодого насаждения, предусмотренное бонитировочной шкалой, и может изменяться по мере развития древостоя. Поэтому в каждом типе леса необходимо выявлять пути формирования древостоев, по которым можно будет отличить один тип леса от другого, а для каждого типа строения и формирования разрабатывать соответствующую систему мероприятий.

Для эффективного направленного формирования насаждений и повышения их продуктивности необходимо знание закономерностей

строения и роста древостоев. Чтобы верно проектировать и проводить лесохозяйственные мероприятия, изучать этот вопрос крайне важно.

Цель, задача, методика и объекты исследования

Исследование проводилось на двух объектах: на территории Горнозаводского лесничества, относящейся к таежной лесорастительной зоне Средне-Уральского таежного района, и в условиях Уральского учебно-опытного лесничества (далее УУОЛ), территория которого включена в подзону южной тайги Среднего Урала.

Закладка пробных площадей в Горнозаводском лесничестве была осуществлена в еловых древостоях со следующими типами леса: ельник папоротниковый, ельник вейниково-травяной и ельник кисличный. В УУОЛ пробные площади были заложены в березовых древостоях в типах леса березняк осоково-сфагновый, сосняк разнотравный и сосняк брусничниковый. Все работы выполнены в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 «Пробные площади лесоустойчивые. Метод закладки». Методика отбора и обработки модельных деревьев для анализа хода роста ствола соответствует принятой на кафедре

лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ [1].

Цель работы – выявить особенности строения ельников и березняков Среднего Урала в зависимости от типа леса и возраста, а также определить направления для улучшения их изучения, таксации и формирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из основных вопросов исследования хода роста ствола по высоте является установление значений возраста дерева, при котором оно достигло данной высоты. С этой целью из количества годичных колец на выпилене у шейки корня последовательно вычитаются количества годичных колец на следующих далее сечениях.

По итогам подсчетов строится график, на оси абсцисс которого откладываются значения возраста, а на оси ординат – высоты сечений.

Ход роста по высоте для средних деревьев ели исследуемых типов леса в условиях Горнозаводского лесничества можно увидеть на рис. 1.

По данному графику можно сделать вывод, что деревья ели в насаждении кисличного типа имеют наиболее высокие показатели роста. Это объясняется

тем, что кисличный тип лесорастительных условий считается одним из самых благоприятных для произрастания ели по типологии В. Н. Сукачева. В ельнике вейниково-травяном наблюдается самый замедленный рост относительно остальных образцов. Также следует отметить, что ход роста по высоте в насаждении

вейниково-травяного типа более равномерный в отличие от папоротникового и кисличного типов.

Рост средних деревьев в отдельные периоды жизни происходит по кривым бонитетов. Класс бонитета по мере роста древостоя изменяется: в ельнике папоротниковом до 50 лет – IV класс, с 60 лет – III; в вейниково-тра-

вяном до 130 лет – IV класс, с 140 лет – III класс; в кисличном до 30 лет – III класс, с 40 и до 70 лет – I класс и с 80 лет – II класс бонитета.

Ход роста по высоте для средних деревьев березы исследуемых типов леса в условиях УУОЛ представлен на рис. 2.

Класс бонитета березовых древостоев с возрастом изменяется следующим образом: в березняке осоково-сфагновом до 10 лет – III класс, с 20 лет – II; в сосняке разнотравном класс бонитета не меняется – Ia; в сосняке брусничниковом до 10 лет – I класс, с 20 лет – Ia класс бонитета. Наиболее успешным ходом роста характеризуются насаждения березы в типе леса сосняк разнотравный.

Распределение числа деревьев по условным ступеням дает общее представление о строении и изменчивости таксационного показателя в насаждении. Наиболее наглядно это можно представить в виде графиков.

При построении графика распределения деревьев по толщине в простых чистых одновозрастных насаждениях получают одновершинное распределение. Для сомкнувшихся средневозрастных насаждений распределение деревьев по толщине характеризуется симметричной одновершинной линией, близкой к кривой нормального распределения.

Графики распределения деревьев ели для исследуемых типов леса приведены на рис. 3.

Приблизительное среднее значение диаметра ели на графике показывает точка перегиба,

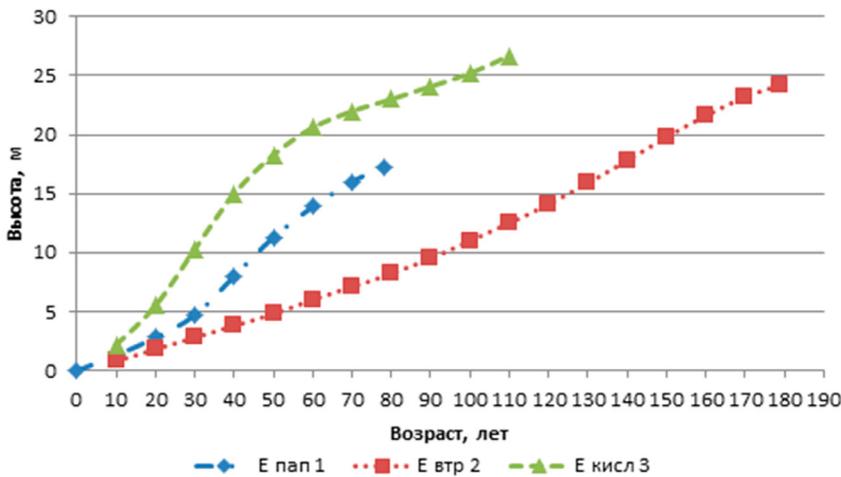


Рис. 1. Ход роста по высоте для средних деревьев ели в насаждениях кисличного (Екисл), вейниково-травяного (Евтр) и папоротникового (Епап) типов леса

Fig. 1. Growth rate in height for medium-sized spruce trees in stands of Oxalis, herbaceous and fern forest types

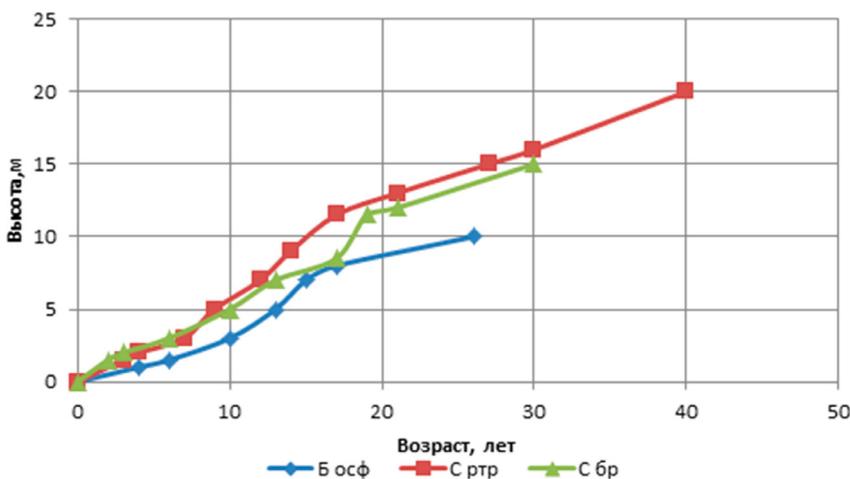


Рис. 2. Рост в высоту средних деревьев березы в древостоях березняка осоково-сфагнового (Босф), сосняка разнотравного (Сртр) и сосняка брусничникового (Сбр)

Fig. 2. Growth in height of medium-sized birch trees in stands of sedge-sphagnum, mixed-grass pine and cranberry pine

она же – больший процент числа деревьев. Анализ данных графика свидетельствует, что максимальное значение процента для ельника кисличного располагается в шестой условной ступени толщины и составляет 20 % от общего количества деревьев. Максимум для ельника вейниково-травяного также расположен в шестой условной ступени толщины и составляет 17,7 %, для ельника папоротникового – в третьей ступени и составляет 14,02 %. Отсюда следует вывод, что наибольший средний диаметр древостоя имеют деревья в кисличном типе леса.

На основе полученных данных можно заявить, что тип леса оказывает влияние на максимальное число деревьев, выраженное в процентах, в распределении по толщине. В нашем случае наибольший процент наблюдается в древостое ельника кисличного.

Графики распределения деревьев березы для исследуемых типов леса приведены на рис. 4.

Данное распределение показывает, что в сосняке разнотравном максимум находится в четвертой ступени и составляет 25 % от общего числа деревьев, в сосняке-брусничнике в четвертой ступени – 18 %, в березняке осоково-сфагновом во второй ступени – 25 %.

Применение относительных единиц позволяет убедиться, что максимальное число деревьев (%) в распределении по толщине не зависит от типа леса и составляет примерно 20 %.

Знание закономерностей распределения деревьев по толщине

облегчает определение выхода сортиментов из насаждения.

Для более наглядного представления изменения деревьев по толщине строят график накопленных частот в процентах (огиву). Накопленный процент находят путем сложения

предыдущего накопленного процента с процентом данной ступени толщины. Для построения графика на оси абсцисс откладывают середины ступеней толщины, а на оси ординат – накопленный процент числа деревьев.

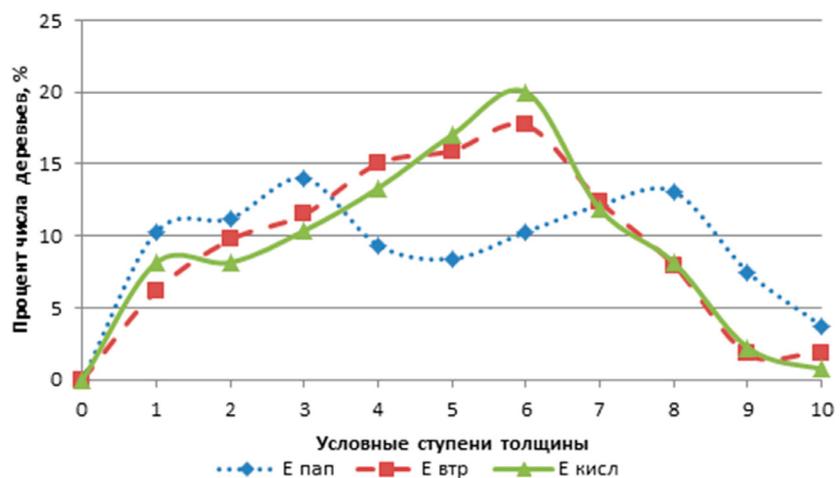


Рис. 3. Распределение деревьев ели по условным ступеням толщины в насаждениях кисличного (Екисл), вейниково-травяного (Евтр) и папоротникового (Епап) типов леса

Fig. 3. The distribution of spruce trees at the conventional levels of thickness in the plantings of sorrel, vanikova-herbal and forest types

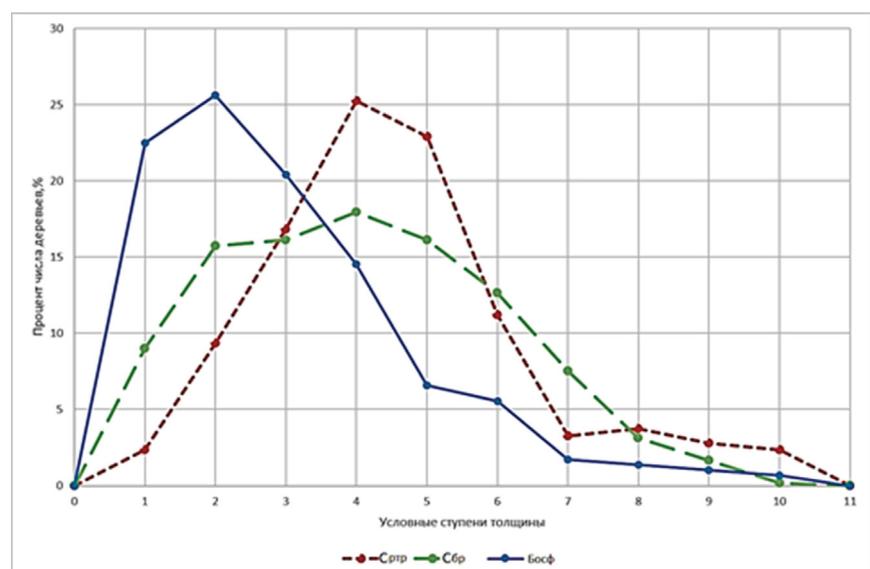


Рис. 4. Распределение деревьев березы по условным ступеням толщины в древостоях березняка осоково-сфагнового (Босф), сосняка разнотравного (Сртр) и сосняка брусничникового (Сбр)

Fig. 4. Distribution of birch trees by conventional thickness steps in stands of sedge-sphagnum, mixed-grass pine and cranberry pine

Графики накопленного процента числа деревьев ели в исследуемых типах леса представлены на рис. 5.

Анализ данных свидетельствует, что древостой в ельнике папоротниково-

более тонкими деревьями, чем в двух других типах леса. Это подтверждается и величиной среднего диаметра на пробных площадях: в ельнике папоротниковом он составил 26,8 см, в Евтр – 29,9 см, в Екисл – 28,9 см.

Графики накопленного процента числа деревьев березы в исследуемых типах леса представлены на рис. 6.

В данном случае можно прийти к выводу, что древостой в березняке осоково-сфагнувом представлен более тонкими деревьями, чем в двух других типах леса.

Для сравнения древостоев по толщине по методике, разработанной на кафедре лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ [2], были вычислены значения редуционных чисел от значения диаметра деревьев рангом 90 % (табл. 1).

Несоответствия в рядах строения разных типов леса по диаметру просматриваются в основном в области рангов 10–30 %. Из этого следует, что строение древостоев старшего возраста имеет достаточно сильное сходство.

При исследовании роста и развития древостоев часто рассматривается показатель относительной высоты, который представляет собой отношение высоты дерева к его диаметру на высоте груди ($\frac{h}{d_{1.3}}$) и показывает напряжение роста и эндогенную дифференциацию стволов. Полученные ряды строения по относительной высоте в определенном ранге для исследуемых типов леса представлены в табл. 2.

По относительной высоте также наибольшее различие между рядами строения древостоев прослеживается в области низших рангов 10–30 %. Этим подтверждается единством строения не пройденных рубкой древостоев старшего возраста.

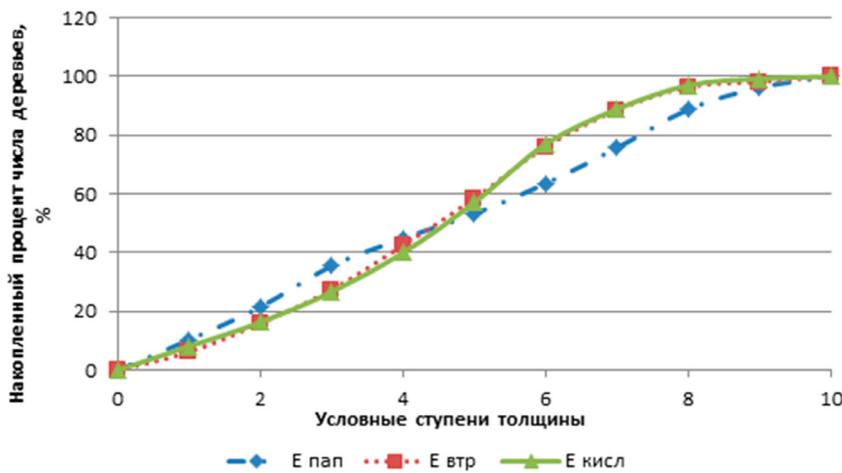


Рис. 5. Накопленный процент числа деревьев ели в насаждениях кисличного (Екисл), вейниково-травяного (Евтр) и папоротникового (Епап) типов леса
 Fig. 5. The accumulated percentage of the number of spruce trees in stands of oxalis, herbaceous and fern forest types

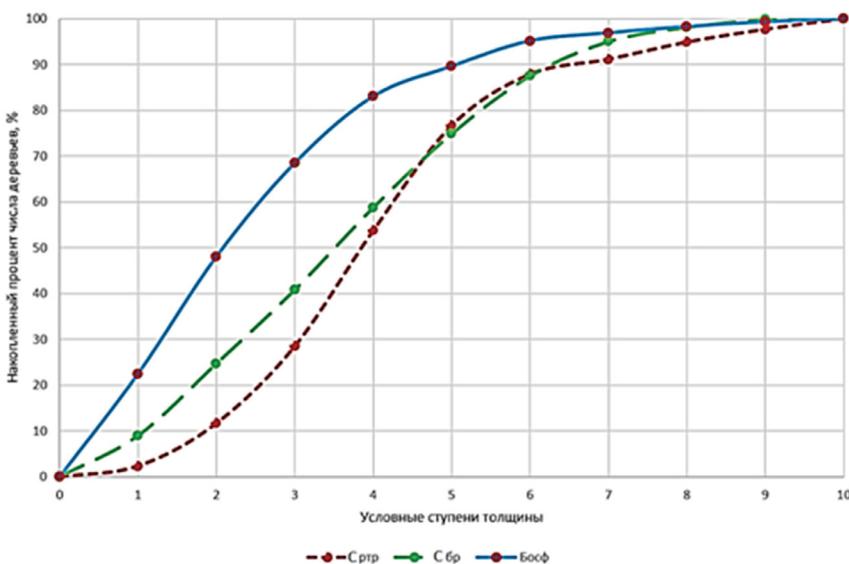


Рис. 6. Накопленный процент числа деревьев березы в древостоях березняка осоково-сфагнувого (Босф), сосняка разнотравного (Сртр) и сосняка брусничникового (Сбр)
 Fig. 6. The accumulated percentage of the number of birch trees in stands of sedge-sphagnum, mixed-grass pine and cranberry pine

Таблица 1

Table 1

Ряды строения сосновых древостоев в разных типах леса по диаметру дерева 90-го ранга
Rows of structures of pine stands in different types of forest by the diameter of the tree of the 90th rank

Типы леса Forest type	Ранги (R), % Ranks (R), %										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Еловые древостои Spruce stands											
Епап	0,183	0,280	0,372	0,442	0,529	0,648	0,753	0,839	0,916	1,000	1,178
Евтр	0,164	0,330	0,443	0,536	0,614	0,689	0,759	0,824	0,829	1,000	1,335
Екисл	0,176	0,317	0,453	0,554	0,639	0,710	0,773	0,826	0,899	1,000	1,335
Березовые древостои Birch stands											
Босф	0,195	0,266	0,334	0,399	0,455	0,519	0,594	0,675	0,779	1,000	1,753
Сртр	0,388	0,567	0,629	0,677	0,716	0,754	0,793	0,832	0,884	1,000	1,336
Сбр	0,211	0,347	0,421	0,505	0,584	0,653	0,726	0,800	0,884	1,000	1,474

Таблица 2

Table 2

Ряды строения древостоев в разных типах леса по относительной высоте
Rows of stands in different types of forest by relative height

Типы леса Forest type	h/d _{1,3}										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Еловые древостои Spruce stands											
Епап	1,04	0,92	0,85	0,81	0,77	0,73	0,7	0,67	0,66	0,64	0,61
Евтр	1,1	0,87	0,78	0,73	0,7	0,67	0,65	0,63	0,61	0,59	0,54
Екисл	1,01	0,85	0,76	0,72	0,69	0,66	0,65	0,64	0,62	0,6	0,55
Березовые древостои Birch stands											
Босф	2,26	1,85	1,61	1,45	1,35	1,25	1,16	1,07	0,98	0,83	0,58
Сртр	1,02	1,05	1,05	1,06	1,07	1,07	1,07	1,08	1,09	1,1	1,14
Сбр	2,10	1,99	1,93	1,86	1,8	1,74	1,68	1,62	1,56	1,46	1,08

Заключение

Результаты анализа роста и строения еловых и березовых древостоев в разных типах леса позволяют сделать следующие выводы.

Рост древостоев рассмотренных типов леса происходит по кривым разных классов боните-

та, что обязывает определять их по возрасту и высоте спелых древостоев.

В молодых и средневозрастных древостоях в условиях Горнозаводского лесничества лучшим ростом отличаются древостои ельника кисличного. Однако к старшему возрасту классы бо-

нитета соответствуют условиям местопроизрастания исследуемых типов леса. В молодых древостоях в условиях УУОЛ лучший рост по высоте наблюдается в сосняке разнотравном, более замедленный – в сосняке брусничниковом и самый медленный – в березняке осоково-сфагновом.

В процессе вычисления относительных диаметров на основе диаметра деревьев 90-го ранга прослеживается сходство строения древостоев разных типов леса в высших рангах. Также следует отметить, что это сходство просматривается независимо от различий в исходной

структуре и последующих росте, дифференциации и самоизреживании деревьев, специфика которых выражается возрастными изменениями относительной высоты древостоев как показателя эндогенной дифференциации стволов.

В качестве важного показателя типа леса следует рассматривать относительную высоту древостоя, характеризующую специфику его развития. При выделении типа леса в качестве диагностического признака следует учитывать особенности строения и формирования древостоя.

Библиографический список

1. Нагимов, З. Я. Таксация леса: учебное пособие. – Переиздание / З. Я. Нагимов, И. Ф. Коростелев, И. В. Шевелина. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2006. – 300 с.
2. Соловьев, В. М. Морфология насаждений / В. М. Соловьев. – Екатеринбург : УГЛТА, 2001. – 154 с.

Bibliography

1. Nagimov, Z. Ya. Forest estimation: study guide. – New edition. / Z. Ya. Nagimov, I. F. Korostelev, I. V. Shevelina. – Yekaterinburg : Ural State Forest Engineering University, 2006. – 300 p.
2. Soloviev, V. M. Plant morphology / V. M. Soloviev. – Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering Academy, 2001. – 154 p.

УДК 630.181+ 630.57 + 630.91

РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДЕЙ НАСАЖДЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД В ЛЕСНОМ ФОНДЕ ПЕРМСКОГО КРАЯ

Т. А. БЕЛЯЕВ – аспирант кафедры лесной таксации и лесоустройства*,
e-mail: belyaev@roslesperm.ru

З. Я. НАГИМОВ – доктор сельскохозяйственных наук*,
профессор, заведующий кафедрой лесной таксации и лесоустройства,
директор института леса и природопользования

И. В. ШЕВЕЛИНА – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства
e-mail: ishevelina@gmail.com

В. А. ШЕРСТНЕВ – магистрант кафедры лесной таксации и лесоустройства*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8(343) 262-97-93

Ключевые слова: Пермский край, лесной фонд, лесообразующие породы, лесное хозяйство.

Проведенные исследования позволили выявить достаточно устойчивые тенденции в изменении площадей насаждений различных древесных пород на территории Пермского края. За период с 1948 по 2018 гг. положительным моментом в динамике лесного фонда является увеличение с 6 до 12 количества

древесных пород, получивших при лесоустройстве статус преобладающих в насаждениях. В лесном фонде доминируют хвойные породы. В 1948 г. площадь с преобладанием хвойных пород составляла 7523,3 тыс. га (81,3 % от общей лесопокрытой площади), в 1998 г. – 5777,4 тыс. га (62,8 %) и в 2018 г. (после образования Пермского края) – 6708,4 тыс. га (60,3 %). Таким образом, наблюдается устойчивое сокращение площади, занятой хвойными породами. За период с 1948 по 1998 гг. (в Пермской области) она уменьшилась на 1745,9 тыс. га, а ее удельный вес – на 18,5 %. Сокращение площадей хвойных насаждений сопровождалось заметным увеличением (почти в два раза) площадей с преобладанием мягколиственных пород. За период с 1948 по 1988 гг. они возросли на 1694,37 тыс. га (с 1730,53 до 3424,9 тыс. га). Следствием данного процесса явился заметный рост удельного веса площади мягколиственного хозяйства. Этот показатель увеличился более чем в 2 раза: с 18,7 в 1948 г. до 39,7 % в 2018. Уменьшение общей площади покрытых лесной растительностью земель, а также увеличение площади мягколиственного хозяйства за анализируемый период произошли за счет площадей, занятых ранее хвойными породами. Изменение площадей насаждений каждой породы характеризуется определенной направленностью и интенсивностью. В частности, площади еловых и пихтовых насаждений сократились и достаточно интенсивно (в 1,43 раза), сосновых незначительно увеличились (в 1,14 раза), березовых и осиновых увеличились существенно (в 1,86 и 2,22 раза соответственно). Если направленность и интенсивность изменения площадей насаждений древесных пород сохранятся, то в ближайшие десятилетия доминирование в лесном фонде Пермского края может перейти к лиственным породам.

RETROSPECTIVE ANALYSIS OF CHANGE IN AREAS OF VARIOUS SPECIES STANDS IN FOREST FUND OF THE PERM REGION

T. A. BELYAEV – chief specialist, PhD student*,
e-mail: belyaev@roslesperm.ru

Z. Ya. NAGIMOV – DSc (Agriculture), Professor,
Head of Department of Forest Mensuration and Inventory,
Director of the Institute of Forestry and Natural Resources*

I. V. SHEVELINA – PhD (Agriculture),
associate professor of the same Department*

V. A. SHERSTNEV – master's student*

*FSBEE HE «Ural State Forest engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirsky Tract, 37,
phone: 8 (343) 262-97-93

Keywords: *Perm region, forest fund, forest-forming species, forestry management.*

The conducted research allowed us to identify fairly stable trends changes the areas of various tree species plantings on the territory of the Perm region. For the period from 1948 to 2018 a positive moment in the dynamics of the forest fund is an increase from 6 to 12 in the number of tree species that have received the status of predominant stands during forest management. Coniferous species are dominated in the forest fund. The area with a predominance of coniferous was 7523.3 thousand ha (81,3 % of the total forested area) in 1948, 5777,4 thousand ha (62,8 %) – in 1998 and 6708,4 thousand ha (60,3 %) – in 2018 (after the formation of the Perm region). Thus, there is a steady reduction in the area occupied by softwood. It decreased by 1745,9 thousand ha, and its specific weight – by 18,5 % during the period from 1948 to 1998 (in the Perm region). The reduction in coniferous species areas was accompanied by a noticeable increase (almost twice) in areas with a predominance of soft leaved species.

They increased on 1694,37 thousand ha (from 1730,53 to 3424,9 thousand ha) during the period from 1948 to 1988. The consequence of this process was a noticeable increase in the specific weight of the area of soft leaved species. This parameter has increased by more than twofold: from 18,7 % in 1948 to 39,7 % in 2018. The decrease in the total area of land covered with forest vegetation, as well as the increase in the area of soft leaved species during the analyzed period, occurred due to areas previously occupied by coniferous species. The change in the areas of stands of each species are characterized by a certain direction and intensity. In particular, the areas of spruce and fir stands decreased quite intensively (by 1,43 times), pine – insignificantly increased (by 1,14 times), birch and aspen – increased significantly (by 1,86 and 2,22 times, respectively). If the directivity, and intensity of areas changes stands continue, then in the coming decades, the dominance in the forest fund of the Perm region may shift to deciduous species.

Введение

Директивными документами последних лет в области лесного хозяйства указывается на необходимость создания информационной базы о состоянии, использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов, эффективного управления лесным сектором экономики, разработки новых лесохозяйственных и природоохранных нормативов с учетом специфики лесных регионов [1, 2]. Решение этих задач требует наличия достоверной информации о состоянии лесного фонда и тщательного анализа происходящих в нем изменений [3–5]. Особенно важны данные о динамике площадей, занятых различными древесными породами. Происходящие изменения в породном составе лесного фонда – это та реальность, с которой следует считаться и которую необходимо учитывать при организации хозяйств, планировании лесохозяйственных мероприятий и проектировании деревообрабатывающей промышленности.

Материалы

и методы исследования

Основной целью исследований явился ретроспективный анализ

изменения площади насаждений различных древесных пород в лесном фонде Пермского края для объективного определения направлений хозяйственной деятельности и научных исследований в лесах региона.

В основу исследований положены материалы учетов лесного фонда и лесоустройств, проведенных в лесах Пермской области (с 2005 г. – Пермского края) за период с 1948 по 2018 гг., и соответствующие сведения из лесного плана края 2018 г. При этом имеющиеся архивные материалы позволили восстановить данные распределения площади земель, покрытых лесной растительностью, по породам за следующие годы: 1948–1953, 1956, 1961, 1966, 1973, 1983, 1988, 1993, 2009 и 2018.

Основным методом решения поставленной цели явились сопоставление в пределах земель, покрытых лесной растительностью, данных лесоустройства разных лет по площадям насаждений основных лесообразующих пород и оценка на этой основе тенденций в изменении породной структуры лесного фонда Пермского края. При этом использовались данные таксационных

описаний по всем лесничествам края, обработанные авторами в компьютерной программе Microsoft Office Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Важным этапом планирования, рациональной организации и ведения хозяйства в лесах, безусловно, является оценка площадей насаждений с преобладанием тех или иных пород в лесном фонде. При этом знание тенденций в изменении породной структуры лесного фонда будет способствовать принятию оптимальных решений при организации лесного хозяйства и лесной промышленности, позволит наметить актуальные направления научных исследований и оценить необходимость разработки и внедрения новых лесооценочных нормативов.

В таблице представлены данные о распределении площади земель, покрытых лесной растительностью, по преобладающим породам в разные годы учета лесного фонда. В данной таблице в первую очередь обращает на себя внимание варьирование общей площади покрытых лесной растительностью земель. Следует

отметить, что резкое увеличение этого показателя в 2009 г. по сравнению с таковым в предыдущие годы учета объясняется присоединением в 2005 г. к Пермской области Коми-Пермяцкого автономного округа и образованием нового субъекта Российской Федерации – Пермского края с объединенным лесным фондом двух бывших субъектов Федерации.

Анализ изменения площади покрытых лесной растительностью земель в пределах Пермской области (до образования Пермского края) позволяет отметить следующее. Величины этого показателя в начале (1948 г.) и в конце (1998 г.) анализируемого периода практически одинаковы и составляют 9253,8 и 9200,4 тыс. га соответственно. Однако на протяжении этого периода наблюдаются заметные отклонения площади по годам учета. Наибольшая величина показателя (9424,6 тыс. га) отмечалась в 1949 г., а наименьшая (8324,8 тыс. га) – в 1956 г. Таким образом, площадь покрытых лесной растительностью земель в 1956 г. почти на 12 % была меньше, чем в 1949 г. Представленные в таблице данные позволяют также отметить тенденцию уменьшения исследуемого показателя в период с 1949 по 1966 гг. и тенденцию его увеличения с 1966 по 1998 гг. В целом на основе проведенного анализа можно констатировать не увеличение площадей покрытых лесной растительностью земель в Пермской области (с 1948 по 1988 гг.) и в Пермском крае (с 2009 по 2018 гг.), а их сокраще-

ние, хотя и на небольшую величину (до 1 %).

Выявленные изменения площади покрытых лесной растительностью земель за анализируемый период связаны как с интенсивностью хозяйственной деятельности в лесах (рубки леса, лесовосстановление и т. д.), так и с негативными природными явлениями (лесные пожары, ветровалы, повреждение вредными насекомыми и т. д.).

В лесном фонде Пермского края по данным учета 2018 г. встречаются насаждения с преобладанием 12 древесных пород: 5 – хвойных, 2 – твердолиственных, 5 – мягколиственных. За 70-летний период произошло заметное увеличение количества произрастающих на исследуемой территории древесных пород. Так, в начале анализируемого периода (1948 г.) в лесном фонде, по данным лесоустройства, были насаждения всего 6 пород. Эти цифры в первую очередь свидетельствуют об эффективности лесокультурного производства в области (крае).

На рис. 1 представлены данные о распределении площади земель, покрытых лесной растительностью, по хозяйствам.

Анализ материалов на рис. 1 и в таблице позволяет отметить, что на протяжении всего исследуемого периода в лесном фонде Пермского края доминируют хвойные породы. В 1948 г. площадь с преобладанием хвойных пород составляла 7523,3 тыс. га (81,3 % от общей лесопокрытой площади), в 1998 г. – 5777,4 тыс. га (62,8 %)

и в 2018 г. (после образования Пермского края) – 6708,4 тыс. га (60,3 %). Таким образом, наблюдается устойчивое сокращение площади, занятой хвойными породами. За период с 1948 по 1998 гг. (в Пермской области) она уменьшилась на 1745,9 тыс. га, а ее удельный вес – на 18,5 %. Этот процесс характерен и для объединенного лесного фонда Пермского края: за сравнительно небольшой период с 2009 по 2018 гг. площадь хвойного хозяйства сократилась на 104,6 тыс. га (0,8 %).

Сокращение площадей хвойных насаждений в исследуемом лесном фонде сопровождалось заметным увеличением площадей с преобладанием мягколиственных пород. За период с 1948 по 1998 гг. они возросли в абсолютном выражении на 1694,4 тыс. га (с 1730,5 до 3424,9 тыс. га), а в относительном – на 97,2 %. Увеличение площадей мягколиственного хозяйства наблюдалось и в последние годы в объединенном лесном фонде. Так, с 2009 по 2018 гг. оно составило 76,6 тыс. га (0,8 %). Следствием данного процесса явился заметный рост удельного веса площадей мягколиственных пород в лесном фонде. Этот показатель увеличился более чем в 2 раза: с 18,7 в 1948 г. до 39,7 % в 2018 г.

Таким образом, в лесном фонде Пермского края наблюдается общая для всех лесов Урала тенденция в изменении площадей, занятых хвойными и мягколиственными породами [6–7]. Площадь твердолиственных пород в Пермском крае крайне мала

Распределение площади земель, покрытых лесной растительностью, по преобладающим породам
Distribution of the area of land covered with forest vegetation by the dominant species

Лесобразующие породы Forest-forming breeds	Площадь по годам учета, тыс. га Area by year of accounting, thousand hectares																
	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1956	1961	1966	1973	1983	1988	1993	1998	2009	2018	
Ель, пихта Spruce, fir	6431,4	6493,5	6433,3	5930,3	5896,8	5756,7	5516,5	5319,6	4982,9	5189,2	4879,2	4984,6	4498,3	4514,2	5331,7	5246,7	
Сосна Pine	1091,9	1112,1	1105,0	1071,9	1069,0	1042,0	1000,0	1100,0	1203,1	1317,9	1328,7	1329,9	1276,2	1247,2	1463	1443,9	
Кедр Cedar											9,3	6,7	6,9	13,8	14,6	14,5	
Лиственница Larch											0,10	0,07	0,08	0,15	0,13	0,13	
											2,3	2,6	2,4	2,2	3,7	3,3	
											0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	
Береза Birch	1489,9	1555,1	1554,5	1519,9	1524,6	1477,6	1516,6	1727,4	1791,8	2031,7	2190,3	2195,5	2550,2	2776,1	3446	3483,1	
	16,10	16,50	16,60	17,30	17,40	17,30	18,20	20,10	21,00	22,20	24,26	24,07	28,47	30,16	30,91	31,38	
Осина Aspen	194,33	207,34	206,02	202,07	201,52	204,99	216,66	326,57	349,83	411,84	379,4	368,2	400,5	431,8	582,9	605	
	2,10	2,20	2,20	2,30	2,30	2,40	2,60	3,80	4,10	4,50	4,20	4,04	4,47	4,69	5,23	5,45	
Липа Linden	46,3	56,5	65,6	61,5	61,3	59,8	66,7	120,3	136,5	173,9	225,7	218,1	208,4	202,9	266,1	279,2	
	0,50	0,60	0,70	0,70	0,70	0,70	0,80	1,40	1,60	1,90	2,50	2,39	2,33	2,20	2,39	2,52	
Ольха Alder	0	0	0	0	8,8	0,0	8,3	0,0	0,0	9,2	9,4	11,1	11,7	11,2	34,9	38,9	
					0,10		0,10			0,10	0,10	0,12	0,13	0,12	0,31	0,35	
Ива Willow	0	0	0	0	0	25,6	8,3	0,0	68,3	18,3	2	2,7	2,7	2,9	3,4	3,7	
						0,30	0,10		0,80	0,20	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
Твердолиственные (дуб, вяз, клен) Hardwoods (oak, elm, maple)											1,8	1,8	1,2	1	1,4	1,3	
											0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	
Total	9253,8	9424,6	9364,4	8785,7	8761,9	8541,1	8324,8	8593,9	8464,1	9133,7	9026,1	9118,5	8955,8	9200,4	11144,3	11115,9	

(менее 2,0 тыс. га). До 1983 г. насаждения твердолиственных пород лесоустройством не были зафиксированы.

В целом представленные выше данные указывают на то, что в анализируемом лесном фонде уменьшение общей площади покрытых лесной растительностью земель, а также увеличение площади мягколиственного хозяйства за последние 70 лет произошли за счет площадей, занятых ранее хвойными породами.

В хвойном хозяйстве по площади доминируют насаждения ели и пихты (рис. 2).

Их доля в общей площади данного хозяйства в начале анализируемого периода (1948 г.) составляла 85,5 %, а в конце (2018 г.) – 78,2 %. Уменьшение удельного веса ельников и пихтарников сопровождалось в этот период увеличением доли сосняков (с 14,5 до 21,5 %). Участие других пород (кедра и лиственницы) в составе хвойного хозяйства ничтожно мало. Так, в конце анализируемого периода удельный вес кедровников составлял всего 0,2 %, а лиственничников – менее 0,1 %. Причем кедровые и лиственничные насаждения при лесоустройстве стали выявляться в исследуемом лесном фонде только с 1983 г.

В мягколиственном хозяйстве преобладают березовые насаждения (рис. 3). Удельный вес их площадей в указанном хозяйстве был равен в 1948 г. 86,1 %, а в 2018 г. – 79,0 %. Таким образом, наблюдается некоторое уменьшение доли березняков по сравнению с относительным

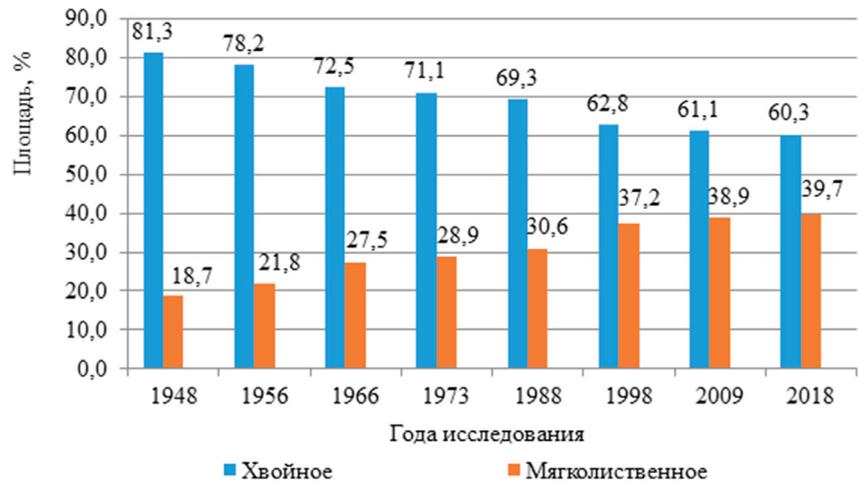


Рис. 1. Распределение площади земель, покрытых лесной растительностью, по хозяйствам

Fig. 1. Distribution of the area of land covered with forest vegetation by farms

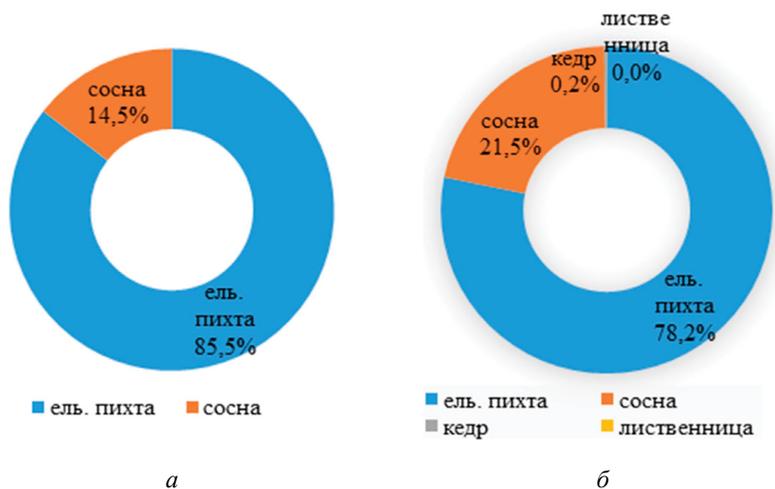


Рис. 2. Удельный вес (%) древесных пород в хвойном хозяйстве: а – 1948 г., б – 2018 г.

Fig. 2. Specific weight (%) of coniferous species: а – 1948, б – 2018

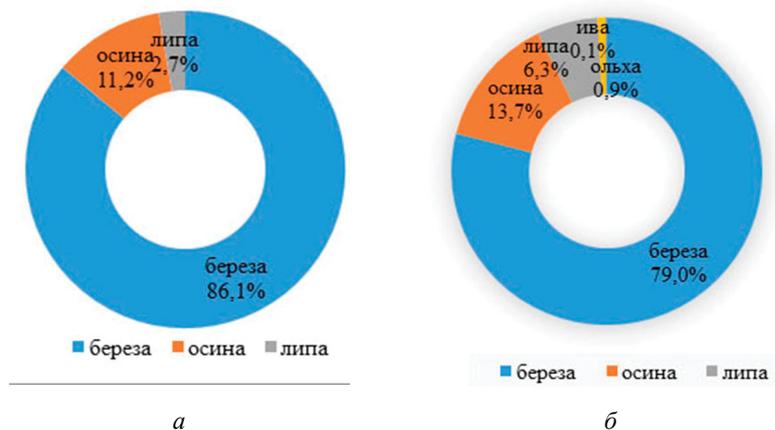


Рис. 3. Удельный вес (%) древесных пород в мягколиственном хозяйстве: а – в 1948 г.; б – в 2018 г.

Fig. 3. Specific weight (%) of soft-leaved species: а – 1948; б – 2018

участием насаждений других мягколиственных пород в лесном фонде края.

Второе место по площади среди мягколиственных пород в лесном фонде занимает осина. Причем в отличие от березы удельный вес этой породы в мягколиственном хозяйстве неуклонно растет. Так, доля осинников в данном хозяйстве в 1948 г. составляла 11,2 %, а в 2018 г. – уже 13,7 %. Наибольшего распространения среди мягколиственных пород в относительном выражении осина достигала в 1973 г. – 15,6 %.

Заслуживают внимания темпы распространения в лесном фонде края насаждений с преобладанием липы. В мягколиственном хозяйстве доля площадей липняков в 1948 г. составляла всего 2,7 %, а к 2018 г. она возросла до 6,3 %. Участие других мягколиственных пород в данном хозяйстве несущественно (менее 0,5 %).

Твердолиственные породы (клен, дуб и вяз) в лесном фонде края занимают весьма ограниченные площади и не играют существенной роли в экологии и экономике региона.

Приведенные выше материалы свидетельствуют, что в лесном фонде края изменение площадей насаждений каждой породы характеризуется определенной направленностью и интенсив-

ностью, которые объективно оцениваются за период с 1948 по 1998 гг. (до присоединения к Пермской области Коми-Пермяцкого автономного округа). За указанный период площади еловых и пихтовых насаждений сократились и достаточно интенсивно (в 1,43 раза), сосновых незначительно увеличились (в 1,14 раза), березовых и осиновых увеличились существенно (в 1,86 и 2,22 раза соответственно). Резко возросли (в 4,4 раза) площади липняков, однако их доля в лесном фонде остается незначительной (2,2 %). Если направленность и интенсивность изменения площадей насаждений древесных пород сохранятся, то в ближайшие десятилетия доминирование в лесном фонде Пермского края может перейти к лиственным породам. В настоящее время резкое накопление площадей березняков и осинников требует более интенсивного вовлечения их в хозяйственный оборот.

Выводы

Ретроспективный анализ изменения площадей насаждений различных древесных пород в лесном фонде Пермского края позволил выявить достаточно устойчивые тенденции в этом процессе. За период с 1948 по 2018 гг. произошло некоторое

уменьшение площади земель, покрытых лесной растительностью. В пределах земель, покрытых лесной растительностью, наблюдалось устойчивое сокращение площадей, занятых хвойными породами, доля которых уменьшилась на 18,5 %. Сокращение площадей хвойных насаждений сопровождалось заметным увеличением (почти в два раза) площадей с преобладанием мягколиственных пород. Следствием данного процесса явился заметный рост удельного веса площади мягколиственного хозяйства. Этот показатель увеличился более чем в 2 раза: с 18,7 в 1948 г. до 39,7 % в 2018.

Изменение площадей насаждений каждой лесообразующей породы характеризуется определенной направленностью и интенсивностью. В частности, площади ельников и пихтарников сократились и достаточно интенсивно (в 1,43 раза), сосняков незначительно увеличились (в 1,14 раза), березняков и осинников увеличились существенно (в 1,86 и 2,22 раза соответственно). При такой направленности и интенсивности изменения площадей насаждений лесообразующих пород в ближайшие десятилетия доминирование в лесном фонде Пермского края может перейти к лиственным породам.

Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ (в ред. от 13.07.2015 № 233-ФЗ). – URL: <http://www.consultant.ru>
2. Об утверждении основ государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов Российской Федерации : распоряжение Правительства Российской Федерации № 1724-р от 26.09.2013. – URL: <http://www.consultant.ru>

3. Мусиевский, А. Л. Динамика лесистости и структуры лесного фонда Воронежской области / А. Л. Мусиевский // Лесотехнический журнал. – 2013. – № 3. – С. 13–21. – DOI: 10.12737/1767.
4. Матвейко, А. П. Лесной фонд Республики Беларусь и его использование / А. П. Матвейко // Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – 2015. – № 2(175). – С. 76–78.
5. Дебков, Н. М. Динамика лесного покрова Томской области с 2000 по 2014 / Н. М. Дебков, А. С. Оплетев // Леса России и хозяйство в них. – 2018. – № 2 (65). – С. 27–34.
6. Луганский, Н. А. Березняки Среднего Урала / Н. А. Луганский, Л. А. Лысов. – Свердловск : УГЛТУ, 1991. – 100 с.
7. Шевелина, И. В. Характеристика лесного фонда зеленой зоны в пределах муниципального образования «г. Екатеринбург» / И. В. Шевелина, З. Я. Нагимов, Д. В. Метелев // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1. – URL: <https://www.science-education.ru/article/view?id=18547> (дата обращения: 10.12.2018).

Bibliography

1. The forest code of the Russian Federation of 04.12.2006 № 200-FZ (as amended on 13.07.2015 No. 233-FZ). – URL: <http://www.consultant.ru>
 2. The government's policy basics in the region of forests using, protection and reproduction in the Russian Federation until 2030, approved by RF Government Directive from September 26, 2013 № 1724-p. – URL: <http://www.consultant.ru>
 3. Musievskiy, A. L. Dynamics of forest cover and forest fund structure of the voronezh region / A. L. Musievskiy // Forestry engineering journal. – 2013. – Vol. 3. – P. 13–21. – DOI: 10.12737/1767
 4. Matveiko A. P. Forest fund of the Republic of Belarus and its utilization / A. P. Matveiko // Forest and Woodworking Industry. – 2015. – No. 2 (175). – P. 76–78.
 5. Debkov, N. M. Dynamics of forest cover in Tomsk region from 2000 to 2014 / N. M. Debkov, A. S. Opletaev // Forests of Russia and economy in them. – 2018. – No. 2 (65). – P. 27–34.
 6. Lugansky N. A. Birch forest of the Middle Ural / N. A. Lugansky, L. A. Lysov. – Sverdlovsk : Publishing house Ural. University. – 1991. – 100 p.
 7. Shevelina I. V. Characteristics of the forest Fund of the green zone within the municipal formation of Yekaterinburg / I. V. Shevelina, Z. Ya. Nagimov, D. V. Metelev // Modern problems of science and education. – 2015. – № 1-1. – URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=18547> (date accessed: 10.12.2018).
-

УДК 630*532

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПЛОЩАДИ ПОВЕРХНОСТИ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

И. В. ШЕВЕЛИНА – кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства*;
e-mail: ishevelina@gmail.com

З. Я. НАГИМОВ – доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заведующий кафедрой лесной таксации и лесоустройства,
директор института леса и природопользования*

Е. Е. ТИМОФЕЕВА – магистрант*

М. Р. КОЖЕВНИКОВ – магистрант*

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел.: 8(343) 262-97-93

Ключевые слова: сосна обыкновенная, цифровой микроскоп, периметр поперечного сечения хвои, площадь поверхности хвои, переводной коэффициент.

Основные параметры хвои на поперечном срезе, необходимые для определения ее площади поверхности, можно корректно измерить при помощи цифрового микроскопа Levenhuk 870T с программным обеспечением LevenhukLite. Установлено, что средние значения ширины, толщины и периметра поперечного сечения хвоинки не соответствуют ее серединке из-за веретенообразной формы. Наблюдается устойчивое увеличение периметра поперечного сечения хвоинки в направлении от ее базальной части к апикальной до отметки 3/4 длины. Поэтому для хвоинки следует находить средние значения параметров поперечного сечения (ширины, толщины и периметра). Наиболее обоснованным является нахождение их среднеарифметическим путем по данным, полученным на 1/4, 1/2 и 3/4 длины хвоинки. Изменчивость исследованных параметров хвои (длины, площади и периметра поперечного сечения, площади поверхности) даже у отдельно взятого дерева различна. Наименьшей изменчивостью характеризуется длина хвоинок (коэффициент вариации составляет 8,1 %), а наибольшей – площадь поперечного сечения (17,4–22,0 %). Основные параметры хвои (длина и средний периметр поперечного сечения), определяющие площадь ее поверхности, характеризуются низким уровнем изменчивости. Использование их для определения площади поверхности хвои обосновано и позволит получить корректные результаты. В целом морфологические параметры хвои характеризуются высокой степенью стабильности.

Ряд распределения количества хвоинок по величине площади поверхности имеет достоверно выраженную отрицательную асимметрию. Этот факт необходимо учитывать в дальнейшем при планировании экспериментов по оценке этого показателя. Эффективным направлением составления нормативов по оценке площади поверхности хвои является стыковка данных по этому показателю с применяемыми в регионе таблицами надземной фитомассы деревьев и древостоев. Эта задача может быть корректно решена на основе переводных коэффициентов, представляющих собой отношение массы хвои к ее поверхности. По результатам наших исследований переводной коэффициент для конверсии массы хвои в площадь ее поверхности составил 8,241 м²/кг.

DEVELOPMENT OF A TECHNIQUE FOR ESTIMATING THE SURFACE AREA OF SCOTS PINE NEEDLES

I. V. SHEVELINA – PhD (Agriculture),
associate professor of the same Department*

Z. Ya. NAGIMOV – DSc (Agriculture), Professor,
Head of Department of Forest Mensuration and Inventory,
Director of the Institute of Forestry and Natural Resources*

E. E. Timofeeva – master's student*

M. R. Kozhevnikov – master's student*

*FSBEE HE «Ural State Forest engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirian Tract, 37,
phone: 8 (343) 262-97-93

Keywords: *scots pine, digital microscope, perimeter of the cross-section of needles, surface area of needles, conversion factor.*

The main parameters of the cross-section needles needed to determine their surface area can be correctly measured using the Levenhuk 870T digital micro-scope with the LevenhukLite software. It was found that the average values of the width, thickness and perimeter of the cross-section of the needles do not correspond to its middle because of the fusiform. There is a sustainable increase of the perimeter of cross-section needle in the direction from its basal part to the apical up to the mark of 3/4 length. Therefore, for needles, you should find the average values of the cross-section parameters (width, thickness, and perimeter). The most reasonable way is to determination means value based on data obtained for 1/4, 1/2 and 3/4 of the length of the needles.

The variability of the studied parameters of needles (length, area and perimeter of the cross-section, surface area) is different even for a single tree. The length needles is characterized he smallest variability (the coefficient of variation is 8,1 %), and the cross-sectional area is the largest (17,4–22,0 %). The main parameters of needles (length and average perimeter of the cross-section) that determine the area of its surface are characterized by a low level of variability. Using them to determine the surface area of needles is justified and will allow you to get correct results. In general, morphological parameters of needles are characterized by a high degree of stability.

A number of the distribution of the number of needles by the size of the surface area has a significantly pronounced negative asymmetry. This fact should be taken into account in the future when planning experiments to assess this indicator. An effective way of drawing up standards for assessing the surface area of needles is to link data on this indicator with tables of aboveground phytomass of trees and stands used in the region. This problem can be solved correctly on the basis of conversion coefficients representing the ratio of the mass of needles to its surface. According to the results of our research, the conversion factor for converting the mass of needles into the surface area was 8,241m²/kg.

Введение

Площадь поверхности ассимиляционного аппарата – важнейший физиологический показатель растений. В настоящее время этот показатель широко применяется не только при оценке фотосинтеза, транспирации,

дыхания и других процессов жизнедеятельности растений. Площадь поверхности листа (хвои) и особенно производный от нее показатель – индекс листовой поверхности – признаются одними из важнейших показателей в лесоведении, метеорологии,

при математическом моделировании экосистем, экологическом прогнозировании, дистанционных исследованиях растительного покрова Земли [1].

В последние годы с увеличением масштабов техногенного загрязнения окружающей среды

существенно возрастает средо-защитное значение лесов. При оценке средозащитных функций леса весьма информативным показателем может выступить площадь поверхности ассимиляционного аппарата. Лесные насаждения вокруг городов выполняют роль фитофильтра на пути распространения промышленных и транспортных эмиссий в окружающую среду. А фильтрационная способность полога насаждений, трансформация оседающих поллютантов во многом определяются поверхностью листы (хвои).

Несмотря на важность и исключительную информативность площади поверхности ассимиляционного аппарата во многих областях науки, данных об этом показателе в специальной литературе совершенно недостаточно. Сдерживающим фактором широкого использования площади поверхности листы (хвои) в научных исследованиях являются трудоемкость и отсутствие общепризнанных методов определения этого показателя [1–3].

Цель, задача, методика и объекты исследования

Целью данного исследования является разработка методики оценки площади поверхности хвои сосны обыкновенной, основанной на применении современных цифровых микроскопов.

Площадь поверхности хвои во многих эколого-физиологических исследованиях, как правило, определяется как произведение периметра ее поперечного сечения на длину. При этом измерение

длины хвои особых затруднений не вызывает. В то же время определение периметра ее поперечного сечения сопряжено с большими сложностями. Это связано с тем, что хвоинки голосеменных растений – это сложные стереометрические образования. Они, как правило, имеют 3–4 стороны, разнообразные формы, обусловленные экологическими и многими другими параметрами. В этой связи форма поперечного сечения хвои является главным фактором, определяющим площадь ее поверхности [1].

С учетом вышеизложенного многие исследователи периметр поперечного сечения хвоинок не измеряют, а определяют при помощи известных в специальной литературе формул с использованием показателей ширины и толщины хвои. В частности, при определении периметра поперечного сечения хвои сосны широко используется формула Тирена [1, 2]:

$$P_i = \pi/2 (1,137b + a), \quad (1)$$

где P – периметр поперечного сечения хвоинки;

a – толщина хвоинки;

b – ширина хвоинки.

При определении периметра поперечного сечения хвои по формулам ее ширина и толщина измеряются на поперечном срезе под микроскопом. Эти измерения при большом разнообразии формы поперечного сечения сопряжены с существенными трудностями и не гарантируют высокой точности.

В этой связи представляется более целесообразным непосред-

ственное определение периметра поперечного сечения хвои с использованием современных технических средств и технологий.

Объектом исследования является хвоя сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Она собрана с растущего в лесопарке им. Лесоводов России дерева, характеризующегося следующими таксационными показателями: возраст – 28 лет; диаметр на высоте груди – 27,8 см; высота – 12,2 м.

Объем экспериментального материала (навески) составил 100 хвоинок. Они были взвешены на лабораторных весах Vibra SJ-420CE с точностью до 0,001 г. Суммарная масса навески составила 3,697 г. После определения массы навески хвои устанавливался ее объем. Для этого использовался стеклянный мерный сосуд (ксилومتر с постоянным уровнем), заполненный до определенного уровня дистиллированной водой. Объем навески хвои вычислялся как разница между объемом жидкости с хвоей и без нее. Объем 100 хвоинок в навеске оказался равным 4,0 мл.

После определения массы и объема исследуемых хвоинок у каждой из них линейкой измерялась длина l с точностью 0,5 мм. Для измерения толщины, ширины и периметра хвоинки при помощи лезвия были взяты поперечные срезы на следующих отметках: у основания хвоинки (нулевой отметке), $1/4l$, $1/2l$ и $3/4l$ (l – длина хвоинки). Поперечные срезы помещались под тринокулярный цифровой микроскоп Levenhuk 870T (рисунок, а)

и производилось их фотографирование при 40-кратном увеличении (рисунок, б) [4].

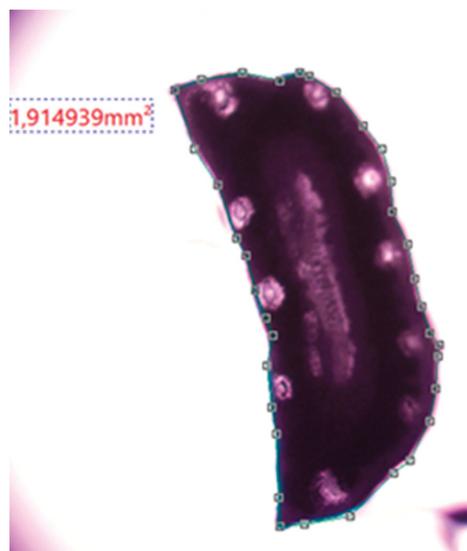
В комплекте с цифровым микроскопом поставляется программа LevenhukLite, которая

позволяет производить различные измерения по цифровому изображению, полученному с помощью микроскопа. С использованием этой программы для каждого из четырех поперечных

срезов хвоинки определялись площадь поперечного сечения S_i и периметр P_i . Для этой цели в программе LevenhukLite в меню имеется инструмент «Многоугольник».



а



б

Исследование поперечного среза хвои:

а – тринокулярный цифровой микроскоп Levenhuk 870T,

б – снимок поперечного среза хвоинки под микроскопом

Study of cross-section of needles:

а – Levenhuk 870T trinocular digital microscope, б – image of a cross-section of a needle under a microscope

После включения этого инструмента при помощи мыши последовательно обводится контур среза, в окне «Параметры» отобразятся значения S_i и P_i среза. По изложенной методике для всех 100 хвоинок навески были определены длина, а также периметр и площадь поперечного среза на указанных четырех отметках. Результаты этих измерений были сведены в специальную таблицу, фрагмент которой приведен ниже (табл.1).

Результаты исследования и их обсуждение

В эколого-физиологических исследованиях при определении площади поверхности хвои

Таблица 1

Table 1

Параметры хвоинок сосны для определения площади поверхности (фрагмент)

Parameters of needles for determining the surface area (fragment)

№ хвои № needle	Длина l , мм Length l , mm	Периметр поперечного сечения P_i на отметках, мм Perimeter of the cross section P_i at the marks, mm			
		0	1/4l	1/2l	3/4l
1	53	4,1544	4,58807	5,01915	5,56784
2	52,5	3,38023	4,40925	5,01807	5,23706
3	61	3,49343	5,38913	5,60123	6,01543
4	61,5	4,15633	4,82499	5,64241	5,76773
5	54	3,22015	4,72004	5,32939	5,46468
6	55,5	3,39548	5,05195	5,13399	5,92009
7	61,5	4,13432	5,01495	5,64855	5,91214
8	62,5	3,82692	4,64994	5,41604	5,29851
9	49	3,31928	3,52349	3,94093	4,58592
10	49	2,88327	3,6676	4,1786	4,26392
...					

наиболее широко применяется геометрический метод. Он основан на нахождении сходства отдельных хвоинок с некими телами вращения, объем и площадь поверхности которых определяются по стереометрическим формулам [1]. Таких стереометрических тел, сходных по форме с формой хвоинок, достаточно много, поэтому много и формул, предложенных для нахождения искомой величины. Как было отмечено выше, форма хвои в основном определяется ее поперечным сечением. Последний показатель одной и той же породы может меняться в зависимости от условий роста (например освещенности) и таксационных показателей дерева. Поэтому при определении площади поверхности хвои не существует усредненного значения поперечного сечения хвои для всех деревьев дровостоя.

Результаты наших исследований, а также других специалистов в этой области свидетельствуют, что средние (и максимальные) значения ширины и толщины хвоинки не соответствуют ее середине из-за веретенообразной формы. Поэтому для хвоинки следует находить средние значения показателей поперечного сечения (ширины, толщины и периметра). Изменение этих показателей по длине хвоинки можно учесть на основе обмеров нескольких поперечных сечений. В нашем случае для обмеров использованы четыре среза: у основания хвоинки (нулевой отметке), 1/4, 1/2 и 3/4 длины. Однако, на наш взгляд, более обоснованным

является использование для нахождения средних значений показателей поперечного сечения данных, полученных на середине хвоинки и при равном отступлении от серединки к основанию и верхушечной части. Поэтому для нахождения среднего значения периметра поперечного сечения нами использованы соответствующие данные, полученные на 1/4, 1/2 и 3/4 длины хвоинки. Умножением среднего значения периметра хвоинки на длину получена площадь ее поверхности F :

$$F = l SP, \quad (2)$$

где SP – средний периметр хвоинки, мм.

Средние значения периметра поперечного сечения и площади поверхности хвои, рассчитанные по данным 100 хвоинок, представлены в табл. 2.

При разработке методов оценки различных показателей деревьев необходимо располагать сведениями об изменчивости и характере рассеяния их значений. Важным параметром, характеризующим изменчивость показателя, является величина амплитуды его значений. Анализ полученного массива данных (по 100 хвоинкам) позволяет отметить следующее. Длина хвоинок на конкретном дереве изменяется в достаточно узком диапазоне от 43 до 65 мм. Наблюдается явно выраженная изменчивость периметра поперечного сечения по длине хвоинки. Величина этого показателя у основания хвоинки колеблется от 2,883 до 4,993 мм, на 1/4 – от 3,524 до 5,691, на 1/2 – от

3,941 до 6,320 и на 3/4 – от 4,209 до 6,578. При таком положении вполне логичными являются амплитуды изменения площади поперечного сечения хвои: у основания – от 0,4764 до 1,1430, на 1/4 – от 0,6597 до 1,7526, на 1/2 – 0,7914 до 1,9784, и на 3/4 – от 0,7593 до 2,0515. Значения среднего периметра хвоинок изменяются в пределах от 4,017 до 6,153 мм, а площади их поверхности – от 196,822 до 368,96 мм².

Амплитуда изменчивости, измеряемая пределами значений показателя, не обеспечивает объективного представления о степени и характере изменчивости. Известно, что при изучении распределений показателей дерева, выраженных в различных единицах измерения или отличающихся средними величинами, наилучшие результаты обеспечивает использование коэффициента вариации V , % [5]. В этой связи для более объективной оценки изменчивости параметров хвои и характеристики рядов их распределений нами выполнены соответствующие статистические процедуры. Статистический анализ исследуемых параметров хвои (длины, периметра поперечного сечения на разных отметках, среднего значения этого показателя, площади поперечного сечения и площади поверхности хвои) производился с использованием программного пакета Statistica 10. Основные результаты этой работы приведены в табл. 2.

Приступая к анализу данных табл. 2, следует отметить, что точность опыта P , %, по всем

Таблица 2

Table 2

Основные статистики распределения количества хвоинок по их размерам
Basic statistics of distribution of number of needles by their size

Размеры Size		Основные статистики Basic statistics			
		$M \pm mM$	V	$Sk \pm mSk$	$P, \%$
$l, \text{ м}$		$58,48 \pm 0,47$	8,07	$-0,94 \pm 0,24$	0,80
Площадь поперечного сечения S_i на поперечных срезах, мм^2 Cross sectional area S_i on cross sections, мм^2	0	$0,80 \pm 0,014$	17,36	$0,32 \pm 0,24$	1,75
	1/4	$1,13 \pm 0,02$	19,63	$0,34 \pm 0,24$	1,77
	1/2	$1,26 \pm 0,03$	20,81	$0,62 \pm 0,24$	2,38
	3/4	$1,30 \pm 0,03$	21,98	$0,56 \pm 0,24$	2,31
Периметр P_i на поперечных срезах, мм Perimeter P_i on cross sections, мм	0	$3,70 \pm 0,03$	9,75	$0,61 \pm 0,24$	0,81
	1/4	$4,77 \pm 0,07$	14,14	$-3,09 \pm 0,24$	1,47
	1/2	$5,21 \pm 0,08$	14,72	$-2,96 \pm 0,24$	1,54
	3/4	$5,44 \pm 0,08$	14,47	$-0,79 \pm 0,24$	1,47
Средний периметр $SP, \text{ мм}$ The average perimeter $SP, \text{ мм}$		$5,20 \pm 0,05$	8,61	$-0,32 \pm 0,24$	0,86
Площадь поверхности $F, \text{ мм}^2$ Surface area $F, \text{ мм}^2$		$304,68 \pm 4,07$	13,36	$-0,73 \pm 0,24$	1,34

исследуемым параметрам хвои соответствует самым строгим требованиям. Средние значения M их в высшей степени достоверны. Достоверность всех параметров подтверждается на 5 %-ном уровне значимости ($t_{\text{факт}} > t_{0,05}$). Величины $t_{0,05}$ установлены по таблице значений t -Стьюдента при соответствующем числе степеней свободы [6].

Средняя длина хвои по всему массиву данных равна 58,48 мм. Коэффициент вариации длины хвои составляет 8,07 %. Сопоставление этого показателя с данными шкалы изменчивости количественных признаков растений С. А. Мамаева позволяет констатировать уровень изменчивости длины хвои как низкий [7]. Низкий уровень изменчивости признака по данным этой шкалы характеризуют коэффици-

енты вариации в пределах от 8 до 12 %.

Наблюдается устойчивое увеличение периметра поперечного сечения хвоинок в направлении от ее базальной части к апикальной (до отметки 3/4). Этот показатель у основания хвоинки в среднем составляет 3,70 мм, а на отметке 3/4 – уже 5,44 мм. Средний периметр поперечного сечения хвои, полученный по измерениям на трех срезах, по всему массиву данных составляет 5,20 мм. Изменчивость периметра поперечного сечения хвои несколько выше, чем ее длины. На разных поперечных срезах уровень изменчивости показателя меняется от низкой (8–12 %) до средней (13–20 %). Для среднего значения периметра поперечного сечения хвои значение коэффициента вариации

составляет 8,61 %, что соответствует низкому уровню изменчивости.

Площадь поперечного сечения так же, как и его периметр, закономерно увеличивается в направлении от основания хвои к верхней части. Так, этот показатель у основания хвои составляет 0,80 мм^2 , а на расстоянии 3/4 – 1,30 мм^2 . Значения коэффициента вариации площади поперечного сечения хвои на разных срезах изменяются от 17,36 до 21,98 %. По шкале С. А. Мамаева изменчивость данного показателя соответствует среднему (13–20 %) и повышенному (21–30 %) уровням.

Средняя площадь поверхности хвои по всему массиву данных равна 304,68 мм^2 . Коэффициент вариации этого показателя составляет 13,36 %. По шкале С. А. Мамаева изменчивость

площади поверхности хвои соответствует среднему уровню (13–20 %).

Коэффициент вариации находит широкое применение в эколого-физиологических и биологических исследованиях. Известно, что при большой изменчивости признака возможны его различные разновидности, а для нахождения среднего значения требуется большой объем экспериментального материала. В то же время малые значения коэффициента вариации свидетельствуют, что изучаемый показатель является в значительной мере сформировавшимся и достаточно устойчивым, а средние значения его с достаточной точностью могут быть получены на меньшем по объему экспериментальном материале. Результаты наших исследований показывают, что основные параметры хвои (длина и средний периметр поперечного сечения), определяющие площадь ее поверхности, характеризуются низким уровнем изменчивости. Использование их в биологических исследованиях, в нашем случае для определения площади поверхности хвои, обоснованно и позволит получить корректные результаты. Изменчивость производного от этих двух показателей площади поверхности хвои хотя и соответствует среднему уровню, но не многим отличается от данных низкого уровня изменчивости.

Приведенные выше результаты исследований не противостоят данным С. А. Мамаева. По материалам этого исследова-

теля изменчивость морфологических и анатомических признаков хвои у отдельных деревьев сосны обыкновенной чаще всего соответствует низкому уровню. С. А. Мамаев подчеркивает, что морфологические признаки и внутренняя структура хвои имеют высокую степень стабильности.

В исследованиях, связанных с разработкой методик определения тех или иных параметров хвои, несомненный интерес представляет изучение характера распределения количества хвоинок (в репрезентативной навеске) по величине этих параметров.

Общеизвестно, что форма кривых распределения случайной величины наиболее корректно характеризуется двумя коэффициентами: асимметрии и эксцесса. В табл. 2 представлены значения коэффициента асимметрии Sk для рядов распределения всех исследуемых параметров хвои. Анализируя табличные данные, необходимо отметить следующее. Ряды распределения количества хвоинок по длине, среднему периметру поперечного сечения и площади поверхности характеризуются отрицательной асимметрией – правым смещением кривых распределения по отношению к нормальной. Причем значение коэффициента асимметрии ряда распределения хвоинок по среднему периметру поперечного сечения на 5 %-ном уровне значимости недостаточно.

Ряды распределения хвоинок по площади сечения на всех поперечных срезах имеют положительную асимметрию – левое

смещение кривых распределения по отношению к нормальной. Для двух рядов (по срезам, взятым у основания и на отметке и $1/4l$) величина коэффициента асимметрии недостаточно ($t_{\text{факт}} < t_{0,05}$).

Коэффициенты асимметрии рядов распределения количества хвоинок по периметру поперечного сечения на всех поперечных срезах достоверны на 5 %-ном уровне. При этом по срезу у основания хвоинок ряд распределения характеризуется положительной асимметрией, а ряды по остальным срезам – отрицательной.

Следует отметить, что знаки при коэффициенте асимметрии указывают, на какой стороне (в правой или в левой части ряда) наблюдается перевес значений исследуемого показателя. По результатам наших исследований, ряд распределения количества хвоинок по величине площади поверхности имеет достоверно выраженную отрицательную асимметрию. Этот факт необходимо учитывать в дальнейшем при планировании экспериментов по оценке этого показателя.

Коэффициент эксцесса рядов распределения параметров хвои в наших исследованиях особой роли не играет. Поэтому большой необходимости в анализе этого показателя нет и он в табл. 2 не приведен.

В связи с чрезвычайной трудоемкостью определения площади поверхности хвои как на уровне отдельного дерева, так и на уровне древостоя в специальной литературе встречаются высказывания и имеются попытки найти

для этой цели более простые способы. В частности предлагается нахождение площади поверхности хвои через ее массу [1, 2]. Это предложение, на наш взгляд, заслуживает особого внимания. В настоящее время для разных регионов страны имеются таблицы надземной фитомассы деревьев и древостоев, в которых имеются данные и по массе хвои. Такие таблицы разработаны и для деревьев и древостоев сосны на Среднем Урале [8].

Результаты наших исследований позволяют рассчитать переводной коэффициент для конверсии массы хвои в площадь ее поверхности:

$$k = \frac{F}{M}, \quad (3)$$

где k – переводной коэффициент, мм²/г;

F – площадь поверхности хвои, мм²;

M – вес хвои, г.

По нашим данным, этот коэффициент оказался равным 8241,28 мм²/г (304,68 / 0,03697 = 8241,28), или 8,241 м²/кг.

Безусловно, в данный момент этот коэффициент может быть использован только для нахождения площади поверхности хвои исследуемого дерева. Дальнейшие исследования должны быть направлены на выявление факторов, влияющих на величину данного показателя, и накопление

соответствующих данных с учетом таксационных показателей деревьев и древостоев. Формирование достаточного по объему банка данных k позволит разработать необходимые уравнения для стыковки данных по площади поверхности хвои с применяемыми в регионе таблицами надземной фитомассы деревьев и древостоев.

Выводы

Цифровой микроскоп Levenhuk 870T с программным обеспечением LevenhukLite позволяет корректно измерить основные параметры хвои на поперечном срезе, необходимые для определения ее площади поверхности. Установлено, что средние значения ширины и толщины хвоинки не соответствуют ее серединке из-за веретенообразной формы.

Наблюдается устойчивое увеличение периметра поперечного сечения хвоинок в направлении от ее базальной части к апикальной. Поэтому для хвоинки следует находить средние значения показателей поперечного сечения (ширины, толщины и периметра). Наиболее обоснованным является нахождение этих параметров среднеарифметическим путем по данным, полученным на 1/4, 1/2 и 3/4 длины хвоинки.

Результаты наших исследований показывают, что основные параметры хвои (длина и средний периметр поперечного сечения), определяющие площадь ее поверхности, характеризуются низким уровнем изменчивости. Использование их в биологических исследованиях, в нашем случае для определения площади поверхности хвои, обоснованно и позволит получить корректные результаты. Изменчивость производного от этих двух показателей площади поверхности хвои хотя и соответствует среднему уровню, но не многим отличается от данных низкого уровня изменчивости.

Ряд распределения количества хвоинок по величине площади поверхности имеет достоверно выраженную отрицательную асимметрию. Этот факт необходимо учитывать в дальнейшем при планировании экспериментов по оценке этого показателя.

Эффективным направлением составления нормативов по оценке площади поверхности хвои является стыковка данных по этому показателю с применяемыми в регионе таблицами надземной фитомассы деревьев и древостоев. Эта задача может быть корректно решена на основе переводных коэффициентов, представляющих собой отношение массы хвои к ее поверхности.

Библиографический список

1. Уткин, А. И. Площадь поверхности лесных растений. Сущность. Параметры. Использование / А. И. Уткин, Л. С. Ермолова, И. А. Уткина. – Москва : Наука, 2008. – 292 с.
2. Цельникер, Ю. Л. Упрощенный метод определения поверхности хвои сосны и ели / Ю. Л. Цельникер // Лесоведение. – 1982. – № 4. – С. 85–88.

3. Гиль, А. Т. Метод и техническая реализация устройства для измерения площади поверхности листьев (хвои) при измерении фотосинтеза / А. Т. Гиль // Бюллетень ГНБС. – 2017. – Вып. 125. – С. 114–118.
4. Инструкция по эксплуатации Levenhuk 870T (trinocular) biological microscopes / Long Island City. – NY 11101 USA : Levenhuk Ltd, 2006–2013. – 34 с.
5. Митропольский, А. К. Элементы математической статистики : Введение в статистическое исчисление : учебное пособие / А. К. Митропольский. – Ленинград : ЛТА, 1969. – 273 с.
6. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
7. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале) / С. А. Мамаев. – Москва : Наука, 1973. – 284 с.
8. Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Урала / З. Я. Нагимов, Л. А. Лысов, И. Ф. Коростелев, С. В. Соколов, Б. С. Фимушин, И. В. Шевелина, Г. В. Анчугова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. – 160 с.

Bibliography

1. Utkin, A. I. Face measure of sylvestral plants. Essence. Parameters. Usage / A. I. Utkin , L. S Ermolaeva, I. A. Utkina. – Moscow, 2008. – 292 p. (In Russ.).
 2. Tsel'niker, Y. L. Simplified method for determining the surface of pine and spruce needles / Y. L. Tsel'niker // Forest science. – 1982. – № 4. – P. 85–88. (In Russ.).
 3. Gil, A. T. Method and technical implementation of a device for measuring the surface area of leaves (needles) when measuring photosynthesis / A. T. Gil // Bulletin of the SNBS. – 2017. – Vol. 125. – P. 114–118 (In Russ.).
 4. Operating instructions Levenhuk 870T (trinocular) biological microscopes / Long Island City. – NY 11101 USA : Levenhuk Ltd. 2006-2013. – 34 p.
 5. Mitropolsky, A. K. Elements of mathematical statistics: Introduction to statistical calculus : A textbook. – Leningrad : LTA, 1969. – 273 p. (In Russ.).
 6. Rokitsky, P. F. Biological statistics / P. F. Rokitsky. – Minsk : Vysheyshaya shkola publishing house. – 1973. – 320 p. (In Russ.).
 7. Mamayev, S. A. Forms of Intraspecific Variation of Woody Plants / S. A. Mamayev. – Moscow, 1972. – 289 p. (In Russ.).
 8. Normative reference materials on the taxation of forests in the Urals / Z. Ya Nagimov, L. A. Lysov, I. F. Korostelev , S. V. Sokolov, B. S. Fimushin, I. V. Shevelina, G. V. Anchugova. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering University. – 2002. – 160 p. (In Russ.).
-

УДК: 630*468

**О СОСТОЯНИИ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
В МОСКОВСКОМ ЛЕСОПАРКЕ ГОРОДА ЕКАТЕРИНБУРГА**

С. И. БОРИСОВА – студент бакалавр кафедры экологии и природопользования*,
e-mail: borisowa.lana.98@ya.ru

Р. А. ОСИПЕНКО – ассистент кафедры экологии и природопользования*,
e-mail: osipenkora@m.usfeu.ru

Е. А. ЗОТЕЕВА – доцент кафедры экологии и природопользования*
e-mail: zoteeva@e@m.usfeu.ru

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
тел. 8 (343) 262-51-88

Ключевые слова: *древостой, пробная площадь, живой напочвенный покров, растительность.*

Статья содержит анализ растительности живого напочвенного покрова новой территории Московского лесопарка, ранее никем не изученной. Отмечено негативное влияние рекреационного воздействия в целом и вытаптывания в частности на разнообразие видов. Выполнен краткий обзор научных работ по теме исследования. Дано описание географического положения, рельефа, растительности верхнего яруса и подлеска лесопарка и обследованного участка. Выделены четыре типа лесных сообществ, названы доминирующие виды в живом напочвенном покрове или их отсутствие. Отмечены преобладание покрытосеменных над споровыми и абсолютный приоритет двудольных растений среди видов всех четырех сообществ. Замечена бедность видового состава, подтвержденная тем, что семейства двудольных, как правило, представлены одним видом, кроме розоцветных и бобовых. Проведен сравнительный анализ видового разнообразия между четырьмя лесными сообществами и выделен самый бедный в этом отношении тип леса – березняк разнотравный ягодный. Выявлены антропоотолерантные виды и один инвазионный вид, что подтверждает отрицательное воздействие рекреации на живой напочвенный покров посредством уплотнения почвы. Подчеркнута связь между уязвимостью к рекреационному воздействию и морфологическими особенностями растений, а также способностью их к вегетативному размножению. Замеченные на изученном участке виды распределены по степени устойчивости к рекреационному воздействию, согласно классификации Г. П. Рысиной и Л. П. Рысина. Сделан вывод о том, что на живой напочвенный покров изученного участка лесопарка оказывается среднее рекреационное воздействие.

**ON THE STATE OF LIVING GROUND COVER IN THE MOSCOW FOREST PARK
OF THE CITY OF YEKATERINBURG**

S. I. BORISOVA – Student Bachelor of the Department of Ecology and Nature Management*,
e-mail :borisowa.lana.98@ya.ru

R. A. OSIPENKO – assistant of the ecology, environment management
and forest protection department*,
e-mail: osipenkora@m.usfeu.ru

E. A. ZOTEEVA – associate Professor of the Department of ecology, environmental management*
e-mail: zoteeva@e@m.usfeu.ru

*FSBEE HE «Ural state forest engineering university»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirian tract, 37,
phone: 8 (343) 262-51-88

Keywords: forest stand, trial area, living ground cover, vegetation.

The article contains an analysis of the vegetation of the living ground cover of the new territory of the Moscow forest Park, previously not studied by anyone. The negative impact of recreational exposure in General, and trampling in particular, on the diversity of species was noted. A brief review of research papers on the subject of the study is performed. The geographical position, topography, vegetation of the upper tier and undergrowth of the forest Park and the surveyed area are described. Four types of forest communities are identified, and the dominant species in the living ground cover or their absence are named. The predominance of angiosperms over spores and the absolute priority of dicotyledons among the species of all four communities was noted. There is a poverty of species composition, confirmed by the fact that the dicotyledonous families are usually represented by one species, except for Rosaceae and legumes. A comparative analysis of the species diversity between four forest communities was conducted and the poorest type of forest in this respect was identified – berry birch. Anthropotolerant species and one invasive species were identified, which confirms the negative impact of recreation on the living ground cover through soil compaction. The connection between vulnerability to recreational impact and morphological features of plants, as well as their ability to vegetative reproduction, is emphasized. The species observed in the studied area are distributed according to the degree of resistance to recreational effects according to the classification of G. P. Rysina and L. P. Rysina. It is concluded that the living ground cover of the studied area of the forest Park has an average recreational impact.

Введение

Екатеринбург окружен кольцом из полутора десятков лесопарков и лесных парков, служащих не только местами отдыха горожан, но и важным буфером, нивелирующим влияние загрязнителей на экосистему мегаполиса. Флора лесопарковой зоны подвергается воздействию разнообразных антропогенных факторов, среди которых главным является рекреация. В первую очередь под влияние попадает живой напочвенный покров (ЖНП). Основной формой рекреационного воздействия на живой напочвенный покров является вытаптывание.

В лесопарках ЖНП изменяется значительно быстрее, чем древостой. Этот факт подтвержден работами Рысина Л. П., Рысиной Г. П. [1], Чижова Б. Е. [2], Соболева Н. В. [3], Данчевой А. В. [4]. Многие авторы замечают, что флористическое разнообразие ЖНП на рекреационных территориях уменьшается. При

этом выпадают чувствительные виды, их место занимают более устойчивые (Тарасов А. Н. [5], Николаенко В. Т. [6], Конашова С. И. [7] и др.) [8].

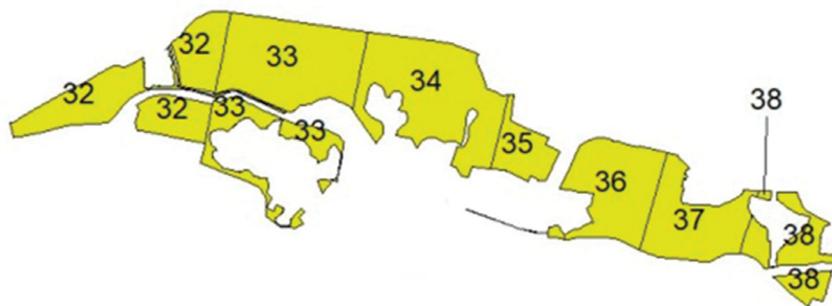
Объект, методы и условия исследования

Растения, произрастающие на нарушенных человеком территориях, получили название синантропных. Адвентивные виды, которые внедряются в живой напочвенный покров и могут вытеснить из него аборигенные виды, считаются инвазионными. Синантропный компонент урбанофлоры Среднего Урала на 66 % состоит из адвентивных видов и только на 34 % из аборигенных. Основу синантропной фракции составляют покрытосемянные растения (99 %), отношение двудольных к однодольным 3:1. Голосеменные и споровые растения представлены единичными видами. На долю девяти семейств (астровые, розоцветные, бобовые, гвоздичные, злаки, капустные, ясно-

тковые, маревые, бурачниковые) приходится 65,4 % видов [6].

Московский лесопарк – один из 15 лесопарков Екатеринбурга к черте города, общая площадь которых составляет 27,2 тыс. га. Он тянется вдоль Ново-Московского тракта, относится к Верх-Исетскому лесничеству, его площадь составляет 343 га. Рельеф слегка волнистый, в западной части – волнисто-бугристый. Древесная растительность представлена в основном сосняками, возраст которых достигает 100 лет и более; но в западной его части довольно много березы. Видовой состав редкого подлеска беден, представлен в основном шиповником, можжевельником и жимолостью татарской. Московский лесопарк – наименее посещаемый среди остальных территорий лесопарковой зоны Екатеринбурга. После отчуждения из состава Московского лесопарка 52 га земель на строительство биатлонного центра в качестве

компенсации в начале 2019 г. к нему прирезан небольшой участок леса в юго-западной части. Участок неправильной четырехугольной формы, с северо-востока и востока к нему примыкает биатлонный комплекс. С южной стороны проходит Ново-Московский тракт. На карте это надел 33 (рисунок).



Московский лесопарк
Moscow forest Park

Летом 2019 г. нами проведено изучение растительности вновь прирезанной части, поскольку информация об этой территории отсутствует.

Объектами исследования являлись четыре типа леса: березняк папоротниковый, березняк орляковый ягодный, сосняк

разнотравный, березняк разнотравный ягодный. В каждом из объектов закладывалась одна временная пробная площадь размером 10×10 м, внутри которой по диагональному ходу отмечалось по 10 учетных площадок 0,25×0,25 м. На учетных пло-

щадках оценивались видовой состав, доминирующие виды, обилие и проективное покрытие видов ЖНП. Обилие видов определялось по шкале глазомерного учета О. Друде [9]. Средние значения занесены в таблицу.

Видовой состав и обилие видов в разных типах леса Московского лесопарка города Екатеринбург
The species composition and abundance of species in different forest types of the Moscow forest park in the city of Yekaterinburg

№ п/п	Русское название вида или рода (Russian title kind of or kind)	Латинское название вида или рода (Latin title kind of or kind)	Березняк папоротниковый (Fern birch)	Березняк орляковый ягодный (Berry birch forest)	Сосняк разнотравный (Pine grass)	Березняк разнотравный ягодный (Birch forbs)
1	2	3	4	5	6	7
1.	Орляк обыкновенный (Common eagle)	<i>Pteridium aquilinum</i>	sp	sp	–	–
2.	Черника обыкновенная (Common blueberries)	<i>Vaccinium myrtillus</i>	sp–sol	–	cop ₁	–
3.	Чина весенняя (The rite of spring)	<i>Láthyrus vernus</i>	sp–sol	sp	Sol	–
4.	Седмичник европейский (European weekday)	<i>Trientális europaea</i>	sp	–	Sol	sp–sol
5.	Вейник наземный (Vainik land)	<i>Calamagrostis epigejos</i>	cop ₂	–	–	–
6.	Земляника лесная (Wild strawberries)	<i>Fragaria vesca</i>	sol	sp–sol	Sol	sp–sol
7.	Василек синий (Cornflower blue)	<i>Centaurea cyanus</i>	–	sp	–	–
8.	Костяника каменистая (Stone bramble rocky)	<i>Rubus saxatilis</i>	sp–sol	sp–sol	Sp	–
9.	Голокучник трехраздельный (The tripartite holocyclic)	<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	cop ₁	–	–	–

Окончание таблицы
The end of table

1	2	3	4	5	6	7
10.	Будра плющевидная (Ivy-shaped budra)	Glechoma hederacea	sp-sol	sol	–	–
11.	Горошек мышиный (Polka dot mouse)	Vicia cracca	cop ₁	sp	Sp	–
12.	Подмаренник северный (Northern bedstraw)	Galium boreale	sp	sol	–	–
13.	Род Осока (A Genus Of Sedge)	Carex sp.	sp	–	Sp	sol-cop ₁
14.	Брусника обыкновенная (Common cranberries)	Vaccinium vitis idaeae L.	–	sol	Sp	–
15.	Герань лесная (Forest geranium)	Geranium sylvaticum	–	sp	–	Sol
16.	Сныть обыкновенная (Snyt ordinary)	Aegopodium podagraria	–	sp	–	–
17.	Борец северный (Wrestler North)	Aconitum septentrionale	–	sp	–	–
18.	Род Сфагнум (The Genus Sphagnum)	Sphagnum sp.	–	–	sol-cop ₂	–
19.	Клевер средний (Medium clover)	Trifolium medium	–	–	Sol	–
20.	Звездчатка средняя (Middle star)	Stellaria media	–	–	–	sp-sol
21.	Род Лебеда (Kind Of Quinoa)	Atriplex sp.	–	–	–	Sol
22.	Хвощ лесной (Horsetail forest)	Equisetum sylvaticum	–	–	–	cop ₁

Примечание. Sol. (solitaries) – единично, растения вида по площади встречаются единично; Sp. (sparsae) – рассеяно, но покрывает площадь не менее чем на 20 %; cop₁ (copiosae) – довольно обильно, покрывает площадь на 25–35 %; cop₂ (copiosae) – обильно, то же на 35–50 %.

Всего в исследованных сообществах выявлено 22 вида высших растений. К группе споровых относятся 4 вида (орляк обыкновенный, голокучник трехраздельный, хвощ лесной и сфагнум), остальные 18 видов – покрытосеменные растения, 17 из которых относятся к классу двудольных и только один вид класса однодольных – вейник наземный из семейства злаков. Виды покрытосеменных растений относятся к 15 семействам. Семейство бобовых представлено тремя видами: чина весенняя, горошек мышиный и

клевер средний. Из семейства розоцветных присутствуют два вида: земляника лесная и костяника каменистая.

Результаты и их обсуждение

Доминирующие виды отражены в названиях типов леса. В березняке папоротниковом обильно распространен голокучник трехраздельный и рассеяно – орляк обыкновенный. Кроме того, обилён вейник наземный и горошек мышиный. Из ягодных видов рассеяно растут черника, костяника и редко земляника.

Всего в этом типе леса отмечено 12 видов. Березняк орляковый ягодный также содержит 12 видов ЖНП, в основном растущих рассеяно или единично. Обильнее других видов здесь земляника лесная, костяника каменистая и орляк обыкновенный. Сосняк разнотравный насчитывает только 10 видов, распространенных рассеяно и единично. Явный доминант в ЖНП выделить сложно. Местами обильно растет черника обыкновенная, а во влажных низинах распространен сфагнум. Самым бедным по видовому разнообразию оказался березняк

разнотравный ягодный: здесь всего 7 видов. Эта часть парка более посещаемая, что подтверждается наличием антропоотолерантных растений: хвощ лесной, звездчатка средняя, осока. Лебеда как инвазионное растение тоже указывает на более высокую степень уплотнения почвы, чем на других участках.

Из 10 семейств синантропной фракции флоры Екатеринбурга, выделенных А. С. Третьяковой [10], во флоре лесопарка отмечены представители 7 семейств: бобовые, розоцветные, злаки, астровые, яснотковые, гвоздичные, маревые.

Из инвазионных видов следует отметить лебеду семейства маревых. В нарушенных человеком естественных местах обитания этот род активно расселяется, вытесняя менее устойчивые антропофобные растения. Мощный стержневой корень, крупные на-

земные побеги и жесткий стебель делают его неуязвимым к внешнему воздействию. Присутствует лебеда только в березняке разнотравном ягодном единичными экземплярами. Являясь «фитоценоотрансформером», лебеда со временем может полностью изменить живой напочвенный покров лесопарка.

Говоря об устойчивости видов ЖНП к рекреационному воздействию, обратимся к классификации Г. П. Рысиной и Л. П. Рысина [1]. Самыми уязвимыми являются растения с сочными и хрупкими наземными побегами, неспособные к вегетативному размножению. Примером может служить седмичник европейский, рассеянно растущий в трех объектах нашего исследования. Менее уязвимы виды с сочными, легко повреждаемыми наземными побегами, но способные разрастаться за счет хорошо раз-

витых подземных побегов. В нашем случае это орляк обыкновенный, хвощ лесной, звездчатка средняя, сныть обыкновенная. Более устойчивы виды, сочетающие мощную корневую систему и упругие наземные побеги: вейник наземный, клевер средний, осока, лебеда.

Проведенное исследование позволяет заключить: несмотря на среднюю посещаемость Московского лесопарка, его живой напочвенный покров испытывает рекреационное воздействие. Больше других ему подвержен березняк разнотравный ягодный. Он имеет бедный видовой состав; половина его видов является антропоотолерантной и один вид инвазионным. Обследование ЖНП следует продолжить, заложив учетные площадки в других частях лесопарка, с целью более полного изучения видového состава и обилия видов.

Библиографический список

1. Рысина, Г. П. Оценка антропоотолерантности лесных травянистых растений / Г. П. Рысина, Л. П. Рысин // Природные аспекты рекреационного использования леса. – Москва : Наука, 1987. – С. 26–35.
2. Чижов, Б. Е. Регулирование травяного покрова при лесовосстановлении / Б. Е. Чижов. – Москва : ВНИИЛМ, 2003. – 174 с.
3. Соболев, Н. В. Оптимизация рекреационного использования пойменных лесов на примере памятника природы «Колосовская дубрава» города Нижнего Новгорода : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Н. В. Соболев. – Екатеринбург, 2013. – 24 с.
4. Данчева, А. В. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / А. В. Данчева. – Екатеринбург, 2013. – 23 с.
5. Тарасов, А. Н. Рекреационное лесопользование / А. Н. Тарасов. – Москва : Агропромиздат, 1986. – 176 с.
6. Николаенко, В. Т. Урбанизация и использование лесов в рекреационных целях / В. Т. Николаенко // Лесное хозяйство. – 1992. – № 11. – С. 25–26.
7. Конашова, С. И. Эколого-лесоводственные основы формирования и повышения устойчивости рекреационных лесов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / С. И. Конашова. – Екатеринбург, 2000. – 36 с.

8. Бунькова, Н. П. Рекреационная устойчивость и емкость сосновых насаждений в лесопарках Екатеринбурга / Н. П. Бунькова, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Уральский государственный лесотехнический университет, 2016. – 124 с.

9. Беляева, Н. В. Обилие и константность как показатели участия вида в сложении растительной ассоциации / Н. В. Беляева, О. И. Григорьева, М. М. Гуталь // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2009. – № 22. – С. 68–75.

10. Третьякова, А. С. Закономерности формирования и экологическая структура флоры урбанизированных территорий Среднего Урала (Свердловская область) : специальности 03.02.08, 03.02.01 «Биологические науки» : диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / А. С. Третьякова. – Екатеринбург, 2016. – 384 с.

Bibliography

1. Rysina, G. P. Evaluation of the anthropotolerency of forest herbaceous plants / G. P. Rysina, L. P. Rysin // Natural aspects of recreational use of the forest. – Moscow : Nauka, 1987. – P. 26–35.

2. Chizhov, B. E. Regulation of grass cover during reforestation / B. E. Chizhov. – Moscow : VNIILM Publishing house, 2003. – 174 p.

3. Sobolev, N. V. Optimization of recreational use of floodplain forests on the example of the nature monument «Kolosovskaya Dubrava» in Nizhny Novgorod : author's abstract ... candidate of agricultural Sciences. / N. V. Sobolev. – Yekaterinburg, 2013. – 24 p.

4. Dancheva, A. V. The Influence of recreational loads on the state and stability of pine plantations of the Kazakh melkosopochnik: autoref. dis. ... candidate of agricultural Sciences / A. V. Dancheva. – Yekaterinburg, 2013. – 23 p.

5. Tarasov, A. N. Recreational forest management / A. N. Tarasov. – Moscow : Agropromizdat, 1986. – 176 p.

6. Nikolaenko, V. T. Urbanization and use of forests for recreational purposes. farm-in / V. T. Nikolaenko // Forestry. – 1992. – No. 11. – P. 25–26.

7. Konashova, S. I. Ecological and forestry bases of formation and increase of stability of recreational forests: autoref. dis. ... doctor of agricultural Sciences / S. I. Konashova. – Yekaterinburg, 2000. – 36 p.

8. Bunkova, N. P. Recreational stability and capacity of pine stands in the forest parks of Yekaterinburg / N. P. Bunkova, S. V. Zalesov. – Yekaterinburg: Ural state forest engineering University, – 2016. – 124 p.

9. Belyaeva, N. V. Abundance and constancy as indicators of participation of a species in the formation of a plant Association / N. V. Belyaeva, O. I. Grigorieva, M. M. Gutal // Actual problems of the forest complex. – 2009. – № 22. – P. 68–75.

10. Tretyakova, A. S. Regularities of formation and ecological structure of the flora of urbanized territories of the Middle Urals (Sverdlovsk region) : dis. ... Doct. Biol. nauk: 03.02.08, 03.02.01. / A. S. Tretyakova. – Yekaterinburg, 2016. – 384 p.

УДК 630.432:630.587

ОПЫТ ОБНАРУЖЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

Н. М. ФИРСОВ – магистрант кафедры лесоводства*

Р. Б. МАЛИЦКИЙ – магистрант кафедры лесоводства*

Е. Ю. ПЛАТОНОВ – аспирант кафедры лесоводства*

А. Ф. ХАБИБУЛЛИН – аспирант кафедры лесоводства*

В. Н. САЩЕНКО – аспирант кафедры лесоводства*

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,
кафедра лесоводства

Ключевые слова: лесной пожар, обнаружение, фотоснимки, спутник, мониторинг, горимость.

Проанализирована возможность применения программы Land Viewer, основанной на использовании космической съемки со спутника Sentinel-2, для обнаружения лесных пожаров и их мониторинга. Установлено, что 21 комбинация каналов съемки позволяет выбрать наиболее приемлемые варианты для обнаружения лесных пожаров, а также определить пройденную огнем площадь. Программа предоставляет возможность при условии регистрации вести указанные работы, не используя дополнительных финансовых ресурсов.

Работы со снимками показали, что они позволяют определить пожар при площади 0,23 га, а также четко установить границы пройденной огнем площади. Последнее особенно важно для районов со слабой освоенностью дорожной сетью и заболоченностью лесного фонда.

Использование снимков, полученных со спутника Sentinel-2, позволяет также устанавливать границу таяния снега, места расположения линейных и площадных объектов нефтегазодобычи, осуществлять мониторинг за состоянием насаждений на пройденной огнем площади, анализировать эффективность мелиорации нарушенных земель и т. д.

К недостаткам работы с программой следует отнести периодичность полетов спутника (3–4 дня), что может привести к развитию пожара. Таким образом, указанную программу целесообразнее использовать для определения площади лесных пожаров и мониторинга состояния насаждений.

EXPERIENCE OF FOREST FIRE DETECTING AND MONITORING FROM SPACE IMAGES

N. M. FIRSOV – Undergraduate student of the forestry chair*

R. B. MALITSKY – Undergraduate student of the forestry chair*

E. Yu. PLATONOV – Postgraduate student of the forestry chair*

A. F. KHABIBULLIN – Post graduate student of the forestry chair*

V. N. SASHENKO – Postgraduate student of the forestry chair*

* FSBEE HE «Ural state forest engineering university»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian Tract, 37, the chair of forestry

Keywords: forest fire, detection, photographs, satellite, monitoring, fire frequency.

The possibility of Land Viewer program based on space imaging from sentinel-2 using to detect and monitor forest fires paper. It has been established that 21 combinations of shooting channels allows choose the most suitable options for detecting forest fires as well as the area covered by the fire. The program allows, if registered, carry out these works without using additional financial resources.

Works with the images showed that it is possible to determine the fire on 0.23 ha area as well as to establish the boundaries passed by the fire area. The latter is especially important for regions with poorly developed road network and swamped forest fund.

Photographs application get from sentinel-2 satellite make as well establish snow meeting border, location of linear and platform oil and gas production facilities, monitor the status of plantings on the area covered by the fire, analyze effectiveness of land reclamation of disturbed soils and so on.

The disadvantages at the program include the periodicity of satellite flights (3–4 days) than may cause a fire. These it is more appropriate to use this program for determining the area of forest fires and monitoring the state of plantings.

Введение

Средства массовой информации ежегодно информируют население о катастрофических последствиях лесных пожаров, происходящих в разных странах мира. Ежегодно в огне лесных пожаров уничтожаются тысячи гектаров высокопроизводительных лесных насаждений, сотни строений и объектов экономики, гибнут люди [1–3].

К сожалению, усилия стран, на территории которых произрастают леса, по разработке эффективных систем охраны лесов от пожаров не дают существенных положительных результатов [4, 5].

Значительный передел работ по совершенствованию охраны лесов от пожаров реализуется в нашей стране и странах ближнего и дальнего зарубежья. Лесоводы пытаются повысить пожароустойчивость лесов проведением лесоводственных мероприятий [6–8], совершенствованием лесопожарного районирования и уточнением классов природной пожарной опасности участков лесного фонда [9–11].

Учитывая значительный отпад деревьев после пожаров [12, 13], они ведут интенсивные работы по совершенствованию противопожарного устройства [14, 15] и способов тушения [16–18].

Успешность охраны лесов от пожаров может быть обеспечена только при условии решения задач эффективной противопожарной пропаганды, противопожарного устройства лесного фонда, своевременного обнаружения лесных пожаров, оперативной доставки подготовленных экипированных лесных пожарных к месту пожара, четкого руководства ликвидацией последнего [19]. Для минимизации послепожарного ущерба необходимо также четко знать границы пройденной огнем площади и влияние лесного пожара на компоненты насаждения.

На слабоосвоенных дорожной сетью территориях в последние десятилетия для обнаружения лесных пожаров и их мониторинга используются данные космического зондирования земной поверхности. Однако по ряду объективных и субъективных

причин в некоторых регионах РФ данная работа ведется слабо. Последнее определило направление наших исследований.

Цель, объекты и методика исследований

Целью выполненных исследований являлось установление возможности обнаружения лесных пожаров и пройденной ими площади по снимкам, полученным со спутника Sentinel-2.

Объектами исследований служили гари и горельники 2017–2018 гг., образовавшиеся после лесных пожаров на территориях Аганского, Нижневартовского и Сургутского лесничеств Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

В основу исследований положены данные о лесных пожарах и программа Land Viewer, базирующиеся на использовании космических снимков, полученных со спутника Sentinel-2.

Sentinel-2 – семейство спутников дистанционного зондирования земной поверхности Европейского космического агентства, созданное в рамках

проекта глобального мониторинга окружающей среды и безопасности «Коперник». Спутники предназначены для мониторинга использования земель, растительности, лесных и водных ресурсов.

Спутник Sentinel-2 снимает каждый участок территории через 2–3 дня, что дает возможность выбрать снимки по указанным датам, а также при минимальной облачности или при ее отсутствии. Для работы со снимками разработана специальная программа Land Viewer (земельный участок). Работа с програм-

мой начинается после проведения регистрации и не требует финансовых затрат.

По сравнению с привычными способами визуального наблюдения с поверхности земли или авиационного дистанционного зондирования представляет значительное по охвату пространство охраняемой территории. Кроме того, возможность многократно и достаточно часто наблюдения за одной и той же территорией со спутников дает большое преимущество при мониторинге лесных пожаров и (или) последствий пожарных последствий.

Результаты исследований и их обсуждение

В процессе исследований была выполнена оценка информативности веб-сервиса Land Viewer и снимков спутника Sentinel-2 для мониторинга лесных пожаров.

Для анализа из журнала учета обнаружения лесных пожаров бюджетного учреждения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры «База авиационной и наземной охраны лесов» были выписаны данные о 20 лесных пожарах, зафиксированных на территории Нижневартовского лесничества (табл. 1).

Таблица 1

Table 1

Данные учета лесных пожаров
Data of accounting of forest fire

№ п/п	Дата Date	Квартал Quarter	Площадь, га Area, ha	Широта Latitude	Долгота longitude	Участковое лесничество Regional forest district	Состав древостоя Stand composition
1	24.05.2018	335	2,5	60°48'14"	78°32'13"	Охтеурское	8К2С
2	08.06.2018	120	2,0	60°26'01"	76°34'02'	Сарт-Еганское	5К2С3Б
3	26.06.2018	843	0,23	61°31'36"	80°41'33"	Ларьякское	10К
4	27.06.2018	989	0,3	61°53'15"	81°26'54"	Ларьякское	10К
5	01.07.2018	593	0,3	61°37'40"	78°54'14"	Излучинское	10С
6	02.07.2018	435	7,0	62°01'59"	82°27'55"	Корликовское	10С
7	06.07.2018	311	0,3	60°56'30"	78°17'58"	Охтеурское	7К3Б
8	12.07.2018	539	0,2	61°25'29"	78°42'02"	Излучинское	10С
9	14.07.2018	198	0,4	61°51'92"	79°10'87"	Излучинское	7С2Е1Б
10	15.07.2018	349	0,2	61°09'14"	77°21'32"	Излучинское	5К5Ос
11	18.07.2018	137	0,2	61°24'19"	74°59'15"	Лангепасское	10К
12	19.07.2018	16	0,2	61°40'33"	76°05'02"	Октябрьское	5К5Ос
13	21.07.2018	436	0,2	60°26'11"	75°43'36"	Куль-Еганское	10К
14	22.07.2018	109	0,2	61°16'56"	79°04'24"	Охтеурское	10К
15	24.07.2018	96	8,0	61°37'07"	76°21'32"	Октябрьское	5К5Ос
16	24.07.2018	244	0,5	61°30'33"	76°48'39"	Октябрьское	10К
17	25.07.2018	592	0,4	61°38'54"	78°56'51"	Излучинское	10К
18	27.07.2018	175	1,5	60°43'98"	75°15'89"	Куль-Еганское	10К
19	27.07.2018	453	5,0	60°51'57"	78°26'28"	Охтеурское	6С4Б
20	28.07.2018	56	1,5	60°53'02"	75°01'09"	Куль-Еганское	6К2С2Б

Из перечисленных в табл. 1 лесных пожаров в качестве экспериментальных были отобраны третий и пятнадцатый, характеризующиеся различной пройденной огнем площадью.

При анализе рассматривались снимки, полученные с Sentinel-2,

в различных комбинациях спектральных каналов. Программа Land Viewer позволяет проанализировать 21 комбинацию, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Так, комбинация каналов «Сухопутные воды» позволяет четко определить гра-

ницы между водой и сушей и выделить скрытые детали, плохо различимые при использовании только каналов видимого диапазона. Эта комбинация отражает растительность в различных оттенках и тонах коричневого, зеленого и оранжевого цветов (рис. 1 и 2).

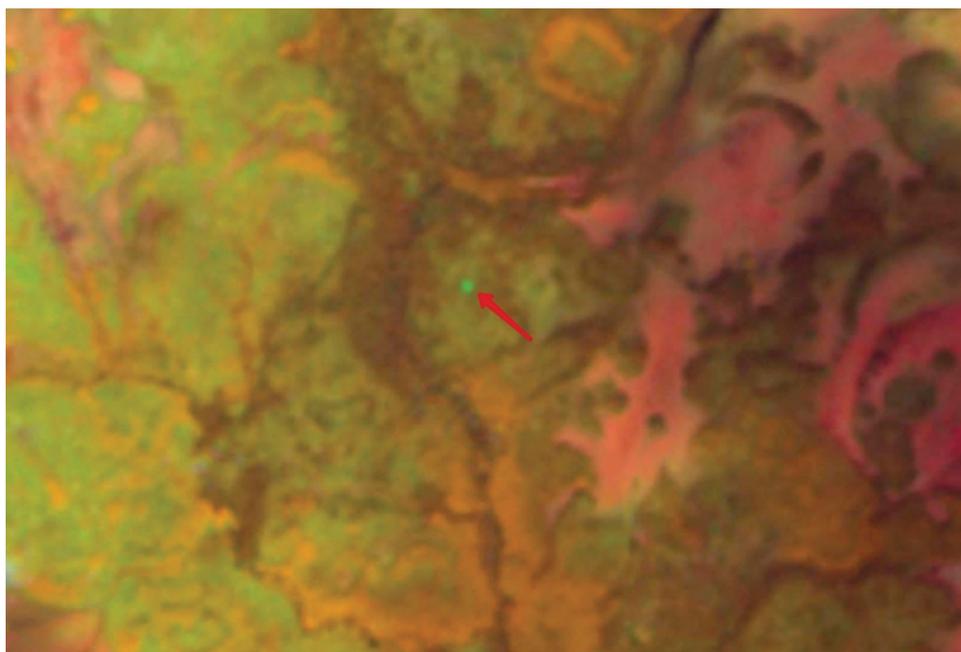


Рис. 1. Лесной пожар № 3 при комбинации каналов «Сухопутные воды»
Fig. 1. Forest fire № 3 in the combination of channels «Land waters»

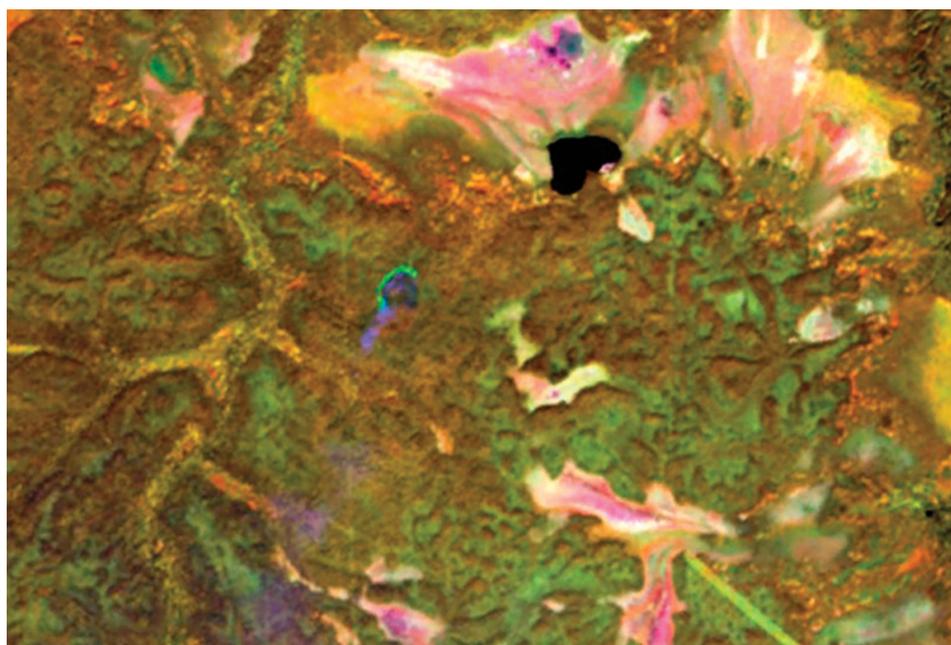


Рис. 2. Лесной пожар № 15 при использовании комбинации каналов «Сухопутные воды»
Fig. 2. Forest fire № 15 when using a combination of channels «Land waters»

Совершенно по-другому изображаются лесные пожары № 3 и № 18 на снимках при комбинации каналов «Стандартный индекс коэффициента выжигания» (рис. 3 и 4).

Анализ 21 комбинации каналов позволил установить наиболее перспективные из них (табл. 2).

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что из 21 комбинации

спектральных каналов наиболее перспективными для обнаружения лесных пожаров и определения их площади можно считать 12 комбинаций.

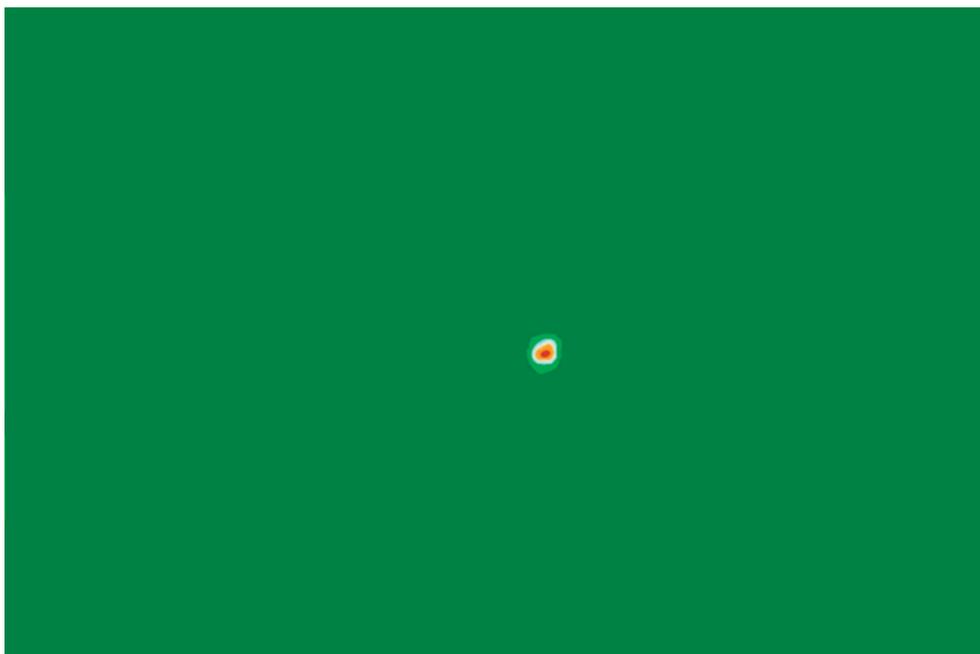


Рис. 3. Участок с лесным пожаром № 3 в комбинации каналов «Стандартный индекс коэффициента выжигания»
Fig. 3. Section with forest fire № 3 in the combination of channels «Standard index of the burn- out coefficient»

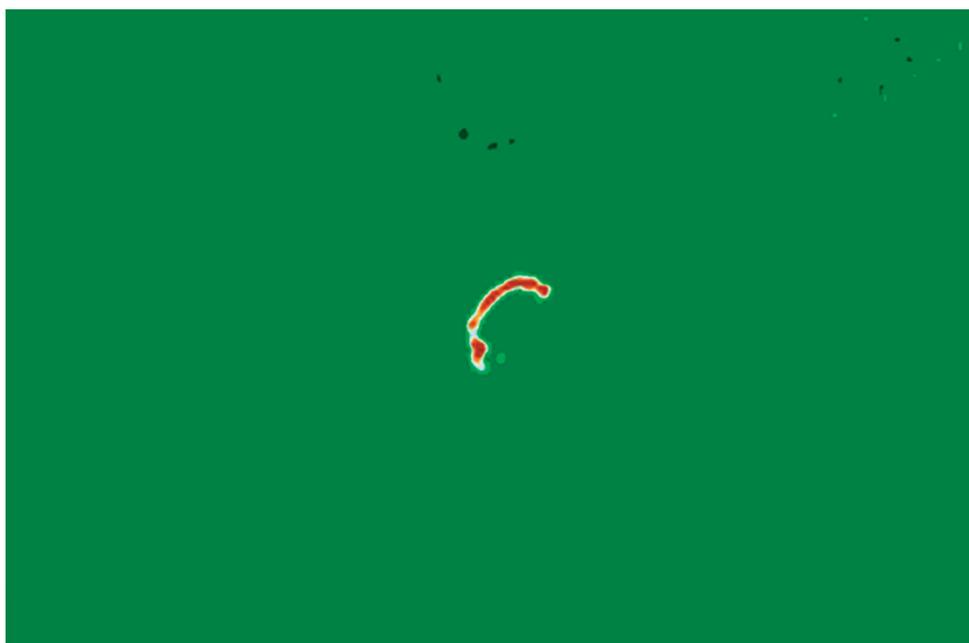


Рис. 4. Участок с лесным пожаром № 15 в комбинации каналов «Стандартный индекс коэффициента выжигания»
Fig. 4. Section with forest fire № 15 in the combination of channels «Standard index of the burning coefficient»

Таблица 2

Table 2

Перспективное сочетание каналов изображения Sentinel-2 для обнаружения
и мониторинга лесных пожаров
Promising combination of Sentinel-2 image channels for detecting
and monitoring forest fires

№ п/п	Комбинация каналов Combination of channels	Перспективность в применении Perspectivity in application	
		Да Yes	Нет No
1	Сельское хозяйство	+	–
2	Атмосферный вегетационный индекс	–	+
3	Атмосферное проникновение	+	–
4	Инфракрасный	+	–
5	Расширенный вегетационный индекс	–	+
6	Ложный цвет	+	–
7	Индекс хлорофилла	–	+
8	Здоровая растительность	+	–
9	Стек индексов	–	+
10	Сухопутные воды	+	–
11	Естественный цвет	+	–
12	Стандартный индекс коэффициента выжигания	+	–
13	Стандартный индекс различий снежного покрова	–	+
14	Нормализованный дифференциальный вегетационный индекс	–	+
15	Нормализованный дифференциальный водный индекс	–	+
16	Индекс растительности с коррекцией по почве	+	–
17	Коротковолновый инфракрасный	+	–
18	Индекс пигмента структуры нечувствительный	–	+
19	Снежные облака	+	–
20	Анализ растительности	+	–
21	Атмосферное удаление	+	–

Выводы

1. Снимки со спутника Sentinel-2 могут быть использованы для обнаружения и мониторинга лесных пожаров.

2. Лесные пожары могут быть установлены уже при площади 0,23 га.

3. Периодичность полета спутников не позволяет рекомендовать данный способ обнаружения лесных пожаров в качестве основного.

4. Наиболее перспективным направлением использования снимков является мониторинг

развития лесных пожаров и послепожарных последствий.

5. Доступность снимков и широкий диапазон комбинаций спектральных каналов позволяет рекомендовать продолжение работ по их широкому использованию для лесопожарных и лесоводственных исследований.

Библиографический список

1. Кректунов, А. А. Охрана населенных пунктов от природных пожаров / А. А. Кректунов, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. ин-т ГПС МЧС России, 2017. – 162 с.
 2. Шубин, Д. А. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д. А. Шубин, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 127 с.
 3. Защита населенных пунктов от природных пожаров / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов, Е. Ю. Платонов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 2 (108). – С. 34–36.
 4. Залесов, С. В. Лесная пирология / С. В. Залесов – Екатеринбург : Баско, 2006. – 312 с.
 5. Залесов, С. В. Обнаружение и тушение лесных пожаров / С. В. Залесов, М. П. Миронов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. – 138 с.
 6. Фуряев, В. В. Пожароустойчивость сосновых лесов / В. В. Фуряев, В. Н. Заблоцкий, В. А. Черных. – Новосибирск : Наука, 2005. – 160 с.
 7. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника / С. В. Залесов, А. В. Данчева, Б. М. Муканов, А. В. Эбель, Е. И. Эбель // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 6 (112). – С. 64–68.
 8. Данчева, А. В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев / А. В. Данчева, С. В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 3 (145). – С. 56–61.
 9. Залесов, С. В. Уточненная шкала распределения участков лесного фонда по классам природной пожарной опасности / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, Е. Ю. Платонов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 10 (116). – С. 45–49.
 10. Ольховка, И. Э. Лесопожарное районирование лесов Курганской области и рекомендации по противопожарному обустройству / И. Э. Ольховка, С. В. Залесов // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/111-10262> (дата обращения: 20.03.20).
 11. Архипов, В. А. Местные шкалы пожарной опасности по условиям погоды для ленточных боров Прииртышья / В. А. Архипов, Е. В. Архипов, С. В. Залесов // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3. – С. 88–92.
 12. Шубин, Д. А. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д. А. Шубин, С. В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 5 (44). – С. 205–208.
 13. Шубин, Д. А. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве / Д. А. Шубин, А. А. Малиновских, С. В. Залесов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6 (44). – С. 205–208.
 14. Залесов, С. В. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. С. Оплетаев. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 67 с.
 15. Залесов, С. В. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях / С. В. Залесов, А. Г. Магасумова, Н. Н. Новоселова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4 (66). – С. 60–63.
 16. Залесов, С. В. Система пожаротушения NATISK для остановки и локализации лесных пожаров / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – URL: <http://www.science-education.ru/117-12757> (дата обращения 20.03.20)
 17. Марченко, В. П. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ертыс орманы» / В. П. Марченко, С. В. Залесов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10 (108). – С. 55–59.
-

18. Кректунов, А. А. Перспективность использования быстротвердеющей пены для защиты населенных пунктов от природных пожаров / А. А. Кректунов, С. В. Залесов, А. Ф. Хабибуллин // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 5. – С. 40–44.

19. Залесов, С. В. Лесная пирология. Термины, понятия, определения : Учебный справочник / С. В. Залесов, Е. С. Залесова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 54 с.

Bibliography

1. Krektunov, A. A. Protection of settlements from natural forest fire / A. A. Krektunov, S. V. Zalesov. – Yekaterinburg: Ural. in-t GPS MChS of Russia, 2017. – 162 p.

2. Shubin, D. A. Consequences of forest fires in the pine forests of the Priobsky water protection pine-birch forest management district of the Altai territory / D. A. Shubin, S. V. Zalesov. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2016. – 127 p.

3. Protection of localities from natural fires / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krektunov, E. Yu. Platonov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 2 (108). – P. 34–36.

4. Zalesov, S. V. Forest pyrology / S. V. Zalesov. – Yekaterinburg : Basko publishing House. – 2006. – 312 p.

5. Zalesov, S. V. Detection and extinguishing of forest fires / S. V. Zalesov, M. P. Mironov. – Yekaterinburg: Ural state forest engineering univ., 2004. – 138 p.

6. Furyaev, V. V. fire Resistance of pine forests / Furyaev V. V., Zablotsky V. N., Chernykh V. A. – Novosibirsk: Nauka, 2005. – 160 p.

7. Role of logging in increasing fire resistance of Kazakh small-leaved pine trees / S. V. Zalesov, A. V. Dancheva, B. M. Mukanov, A. V. Ebel, E. I. Ebel // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 6 (112). – P. 64–68.

8. Dancheva, A.V. Influence of logging on biological and fire resistance of pine stands / A.V. Dancheva, S. V. Zalesov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2016. – № 3 (145). – P. 56–61.

9. Zalesov, S. V. Refined scale of distribution of forest Fund plots by classes of natural fire hazard / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, E. Yu. Platonov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 10 (116). – P. 45–49.

10. Olkhovka, I. E. Forest fire zoning of the Kurgan region forests and recommendations for fire-fighting arrangement / I. E. Olkhovka, S. V. Zalesov // Modern problems of science and education. – 2013. – № 5. – URL: <http://www.science-education.ru/111-10262> (Accessed: 20.03.20).

11. Arkhipov, V. A. Local scales of fire danger according to weather conditions for belt hogs of the Irtysh region / V. A. Arkhipov, E. V. Arkhipov, S. V. Zalesov // Bulletin of the Bashkir state agrarian University. – 2017. – № 3. – P. 88–92.

12. Shubin, D. A. Post-fire fall of trees in pine plantations of the Priobsky water protection pine-birch forest-zaystvenny district of the Altai territory / D. A. Shubin, S. V. Zalesov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 5 (44). – P. 205–208.

13. Shubin, D. A. the Influence of fires on the components of forest biogeocenosis in the upper Ob Borovoye massif / D. A. Shubin, A. A. Malinovskikh, S. V. Zalesov // Izvestiya Orenburg state agrarian University. – 2013. – № 6 (44). – P. 205–208.

14. Zalesov, S. V. Recommendations for improving the protection of forests from fires in the belt forests of the Irtysh region / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova, A. S. Opletaev. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering univ., 2014. – 67 p.

15. Zalesov, S. V. Organization of fire-prevention device of plantings formed on former agricultural lands / S. V. Zalesov, A. G. Magasumova, N. N. Novoselova // Bulletin of the Altai state agrarian University. – 2010. – № 4 (66). – P. 60–63.

16. Zalesov, S. V. Natisk fire extinguishing System for stopping and localizing forest fires / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krektunov // Modern problems of science and education. – 2014. – № 3. – URL: <http://www.science-education.ru/117-12757> (Date of completion 20.03.20).

17. Marchenko, V. P. Gorimost of ribbon hogs of the Irtysh region and ways of its minimization on the example of the state enterprise «Ertys ormany» / V. P. Marchenko, S. V. Zalesov // Bulletin of the Altai state agrarian University. – 2013. – № 10 (108). – P. 55–59.

18. Krektunov, A. A. The Prospects of using fast-acting foam to protect localities from natural fires / A. A. Krektunov, S. V. Zalesov, A. F. Khabibullin // Progress of modern natural science. – 2018. – № 5. – P. 40–44.

19. Zalesov, S. V. Forest pyrology. Terms, concepts, definitions: Educational reference / S. V. Zalesov, E. S. Zalesova. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering univ., 2014. – 54 p.

УДК 630.431.2:630.174.754(574)

СОСТАВ НАПОЧВЕННЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ В СОСНЯКАХ КАЗАХСКОГО МЕЛКОСОПОЧНИКА

И. В. НОВОКШОНОВ – магистрант кафедры лесоводства

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

Ключевые слова: *Казахский мелкосопочник, сосняки, лесная подстилка, напочвенные горючие материалы, гордость.*

На основании материалов четырех пробных площадей проанализированы мощность, запас и фракционный состав лесной подстилки в сосновых насаждениях Казахского мелкосопочника. Исследования проводились в четырех типах леса сосновых насаждений: очень сухой бор (С1), сухой бор (С2), свежий бор (С3) и влажный бор (С4). Запас и фракционный состав лесной подстилки устанавливался по методике Н. П. Курбатского (1970).

Установлено, что запас лесной подстилки возрастает от сосняка типа леса очень сухой бор к типу леса влажный бор. Если в типе леса очень сухой бор запас лесной подстилки составляет 23,84 т/га в воздушно-сухом состоянии, то в типе леса влажный бор – 38,74 т/га. При этом в насаждениях типов леса очень сухой бор и сухой бор в составе лесной подстилки доминируют фракции хвоя и кора, а в типах леса свежий бор и влажный бор – труха и полуразложившиеся остатки.

С повышением влажности почвы в сосняках Казахского мелкосопочника увеличивается запас лесной подстилки и ее мощность, за исключением влажного бора, где мощность лесной подстилки меньше, чем в типе леса свежий бор.

Данные о мощности, запасах лесной подстилки и ее фракционном составе могут быть использованы при проектировании противопожарного устройства на территории ГНПП «Бурабай».

COMPOSITION OF COMBUSTIBLE MATERIALS IN PINE STANDS OF KAZAKH LOWHILLS

I. V. NOVOKSHONOV – undergraduate of the forestry their

FSBEE HE «Ural State Forest engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirian Tract, 37

Keywords: *Kazakh low-hills, pine forest, forest litter, on-soil combustible materials*

On the base of four sampling areas capacity, deposit and forest litter fractional composition has been analysed in pine stands of Kazakh lowhills. The studies have been carried out in four types of pine forests: very dry boron (C1), dry boron (C2) fresh boron (C3) and moist boron (C4). Forest litter deposit and fraction composition is established according to the method of N/P/Kyrbatsky (1970).

It has been established that forest litter stock is increasing; it grows from a pine type forest type very dry forest type moist boron. In forest type very dry boron forest litter stock constitute 23,84 t/ha in air dry state then in forest type moist boron – 38,74 t/ha. In this case in stands of forest type very dry and dry boron fractions of needles and bark are dominating in forest litter composition and in forest type fresh boron and moist boron – trunk and leaf – rotten leavings alongside with moisture of soil increasing in Kazakh low hills pine stands forest litter stock and its output is also increasing, except of moist boron, where forest litter output is less than in forest type fresh boron.

Data on output, stock of forest litter and its fractional composition can be used in afforestation projecting on the territory of «Burabay».

Введение

Республика Казахстан характеризуется низкими показателями лесистости [1, 2]. Особую ценность среди лесов республики составляют сосновые насаждения, выполняющие важные экологические и рекреационные функции [3]. В то же время жесткие природные условия произрастания в сочетании с высокими рекреационными нагрузками обуславливают повышенную горючесть сосновых насаждений [4–6]. Известно, что лесные пожары наносят существенный ущерб лесным экосистемам [7–9], а нередко создают угрозу жизни людей. Последнее вызывает необходимость проведения лесоводственных мероприятий, направленных на снижение потенциальной пожарной опасности

[10, 11], а также разработки эффективного противопожарного устройства [12–16]. Именно лесные пожары во многом определяют формирование будущих насаждений, их состав и производительность [17, 18].

Основную долю лесных пожаров составляют низовые. Поэтому очень важно иметь объективную информацию о запасах и составе напочвенных горючих материалов. К сожалению, указанных работ в научной литературе относительно немного [19].

Целью наших исследований являлись изучение состава лесной подстилки как основного компонента напочвенных горючих материалов и разработка предложений по совершенствованию противопожарного устройства.

Объекты и методика исследований

Объектами исследований служили сосновые насаждения Государственного национального природного парка (ГНПП) «Бурабай». Территория парка расположена в степной зоне, в географически обособленном районе, именуемом «леса Северного и Центрального Казахстана». Согласно лесорастительному районированию, территория ГНПП «Бурабай» расположена в лесорастительной провинции остепенных нагорных островных и равнинных Муншактинских холмогорий и скалистого мелко-сопочника, в лесорастительном подрайоне Кокшетау-Муншактинских сосновых и березово-осиновых лесов, в лесохозяйственном районе сосновых лесов

Центрально-Казахского мелкосопочника.

Часть территории природного парка имеет горный, холмистый и низкогорный рельеф, наиболее выраженный в западной части. На территории природного парка в виде дуги тянется горный хребет Кокшетау, ограниченный со всех сторон озерами. На горные леса приходится 22,4 % общей площади ГНПП «Бурабай».

Климат района проведения исследований носит ярко выраженный резко континентальный характер со значительным дефицитом влажности. Здесь наблюдаются суровые и малоснежные продолжительные зимы с сильными ветрами и резкими сменами температур.

В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), которые закладывались в соответствии с общеизвестными апробированными методиками [20]. Поскольку основной объем напочвенных горючих материалов [21] составляет лесная подстилка, при проведении исследований, помимо установ-

ления основных таксационных показателей древостоев, определялся запас и фракционный состав лесной подстилки, согласно методическим рекомендациям Н. П. Курбацкого [22]. Пробы лесной подстилки брали внутри шаблона размером 0,25 × 0,20 м в пятикратной повторности. Массу лесной подстилки определяли весовым методом в воздушно-сухом состоянии. Мощность измеряли металлической линейкой во всех точках взятия образцов лесной подстилки. В камеральных условиях производилось разделение лесной подстилки на фракции: хвоя, кора, сучья, шишки, листья, трава и пр. Также в камеральных условиях определялась средняя масса компонентов лесной подстилки и проводился перерасчет полученных данных на гектар.

Результаты и их обсуждение

В процессе исследований заложено 4 пробные площади в сосняках четырех типов леса: очень сухой бор (С1), сухой бор (С2),

свежий бор (С3) и влажный бор (С4) (табл. 1).

Материалы табл. 1 свидетельствуют, что при одинаковой относительной полноте сосновые насаждения увеличивают запас древесины по мере увеличения влажности почвы от сосняка очень сухого к сосняку влажному. Влияние влажности почвы проявляется и на показателе класса бонитета. Если в типе леса очень сухой бор класс бонитета пятый, то в насаждении типа леса влажный бор он третий.

В то же время в типе леса влажный бор в составе соснового древостоя имеет место береза, доля которой по запасу на ПП 4 достигает 20 %. Естественно, что указанное обстоятельство не может не найти отражения в массе лесной подстилки и ее фракционном составе. Данные о фракционном составе лесной подстилки на заложенных ПП приведены в табл. 2.

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что общая масса (запас) лесной подстилки увеличивается по мере повышения влажности

Таблица 1
Table 1

Таксационная характеристика древостоев пробных площадей
Taxation characteristics of test stands stands

№ ПП № PP	Состав Com- position	Средние Medium			Густота, шт./га Density, pcs./ha	Полнота Fullness		Запас, м³/га Stock, m³/ha	Тип леса Forest type	Класс бонитета Bonitet class
		возраст, лет Age, years	высота, м height, m	диаметр, см diameter, cm		абсолютная, м²/га absolute, m²/ha	относи- тельная relative			
1	10С	90	14,4	18,9	826	23,2	0,7	160	С1	V
2	10С	90	6,8	20,2	764	24,5	0,7	180	С3	IV
3	10С	90	15,8	19,5	892	26,7	0,7	220	С3	IV
4	8С2Б	100	21,4	25,1	578	28,6	0,7	270	С4	III

Таблица 2

Table 2

Фракционный состав лесной подстилки в сосняках Казахского мелкосопочника, т/га/%
 Fractional composition of forest litter in Kazakh pine forests small hills, t/ha/%

№ ПП № PP	Мощность лесной подстилки, см Power of forest litter, cm	Запас лесной подстилки Forest litter stock	В том числе Including						
			хвоя needles	кора bark	сучья boughs	шишки bumps	листья leaves	травы grass	прочие other
1	2,0	$\frac{23,84}{100}$	$\frac{8,68}{36,4}$	$\frac{3,20}{13,4}$	$\frac{3,16}{13,3}$	$\frac{3,60}{15,1}$	$\frac{0,28}{1,2}$	$\frac{2,36}{9,9}$	$\frac{2,56}{10,7}$
2	2,9	$\frac{32,00}{100}$	$\frac{6,52}{20,3}$	$\frac{5,24}{16,4}$	$\frac{3,72}{11,6}$	$\frac{8,36}{26,1}$	$\frac{0,24}{0,8}$	$\frac{1,08}{3,4}$	$\frac{6,84}{21,4}$
3	3,4	$\frac{35,34}{100}$	$\frac{3,70}{10,5}$	$\frac{1,64}{4,6}$	$\frac{1,32}{3,7}$	$\frac{3,64}{10,3}$	$\frac{1,24}{3,5}$	$\frac{5,50}{15,6}$	$\frac{18,30}{51,8}$
4	2,8	$\frac{38,74}{100}$	$\frac{6,56}{16,9}$	$\frac{3,92}{10,1}$	$\frac{2,46}{6,4}$	$\frac{4,22}{10,9}$	$\frac{0,94}{2,4}$	$\frac{1,88}{4,9}$	$\frac{18,76}{48,4}$

и, как следствие этого, продуктивности сосновых лесов Казахского мелкосопочника. Так, если в условиях типа леса очень сухой бор масса лесной подстилки составляет 23,45 т/га, то в условиях типа леса влажный бор она достигает 38,44 т/га, или превышает таковую в типе леса очень сухой бор на 62,5 %. В зависимости от типа леса меняется и фракционный состав лесной подстилки. Так, на долю хвои приходится от 10,5 до 36,4 % общей массы лесной подстилки. При этом максимальный запас лесной подстилки накапливается в сосняке типа леса очень сухой бор. При этом в насаждениях указанного типа леса наблюдается минимальная доля трухи и разложившейся части лесной подстилки, которые в табл. 2 формируют фракцию прочие. Если в типах леса свежий бор и влажный бор указанная фракция составляет около 50 % от общей массы лесной подстилки, то в сосняках типа леса очень сухой бор она не превышает 10,7 %.

Если учесть, что основную массу лесной подстилки в очень сухих сосняках составляют кора и хвоя, то становится понятным медленное продвижение кромки лесного низового пожара в данном типе леса. Именно здесь лесная подстилка плотная, а ее мощность минимальна – 2,0 см.

Показатели мощности и запаса лесной подстилки следует учитывать при проектировании противопожарного устройства. Поскольку плотная лесная подстилка в очень сухих и сухих типах леса в сочетании с недостатком влаги препятствует развитию живого напочвенного покрова, для остановки низового лесного пожара достаточно проложить минерализованную полосу шириной 0,5 м. В то же время в насаждениях сосны типов леса свежий бор и влажный бор для остановки лесного пожара необходимо создать более широкую полосу 1,5–2 м, что проще выполнить с использованием пены [23, 24].

Выводы

1. Запас лесной подстилки в 90–100-летних сосняках Казахского мелкосопочника варьируется от 23,84 до 38,74 т/га с возрастанием по мере увеличения влажности почвы от сосняка очень сухой бор к сосняку влажный бор.

2. Мощность лесной подстилки также зависит от типа леса и варьирует от 2,0 до 3,4 см.

3. В очень сухих и сухих типах леса во фракционном составе лесной подстилки доминируют хвоя и кора, а в свежих и влажных – труха и полуразложившиеся остатки.

4. Минимальную фракцию составляют листья, что объясняется, на наш взгляд, их быстрым разложением в лесной подстилке.

5. Мощность, запас и фракционный состав лесной подстилки должны учитываться при планировании мероприятий по противопожарному устройству на территории ГНПП «Бурбай».

Библиографический список

1. Влияние полноты и густоты на рост сосновых древостоев Казахского мелкосопочника и эффективность рубок ухода в них / А. В. Эбель, Е. И. Эбель, С. В. Залесов, Б. М. Муканов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 221 с.
2. Лесоводственная эффективность рубок ухода в сосняках Казахского мелкосопочника / С. В. Залесов, А. В. Данчева, А. В. Эбель, Е. И. Эбель // ИВУЗ. Лесной журнал. – 2016. – № 3. – С. 21–30.
3. Данчева, А. В. Влияние рекреационных нагрузок на состояние и устойчивость сосновых насаждений Казахского мелкосопочника / А. В. Данчева, С. В. Залесов, Б. М. Муканов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 195 с.
4. Архипов, Е. В., Динамика лесных пожаров в Республике Казахстан и их экологические последствия / Е. В. Архипов, С. В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 4 (158). – С. 10–15.
5. Архипов, Е. В. Горимость сосновых лесов Казахского мелкосопочника // Е. В. Архипов, С. В. Залесов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 9 (143). – С. 64–69.
6. Марченко, В. П. Горимость ленточных боров Прииртышья и пути ее минимизации на примере ГУ ГЛПР «Ерты сорманы» / В. П. Марченко, С. В. Залесов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 10 (108). – С. 55–59.
7. Шубин, Д. А. Последствия лесных пожаров в сосняках Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д. А. Шубин, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. – 127 с.
8. Шубин, Д. А. Послепожарный отпад деревьев в сосновых насаждениях Приобского водоохранного сосново-березового лесохозяйственного района Алтайского края / Д. А. Шубин, С. В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 5 (111). – С. 39–41.
9. Шубин, Д. А. Влияние пожаров на компоненты лесного биогеоценоза в Верхне-Обском боровом массиве / Д. А. Шубин, А. А. Малиновских, С. В. Залесов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 6 (44). – С. 205–208.
10. Роль рубок ухода в повышении пожароустойчивости сосняков Казахского мелкосопочника / С. В. Залесов, А. В. Данчева, Б. М. Муканов, А. В. Эбель, Е. И. Эбель // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 6 (112). – С. 64–68.
11. Данчева, А. В. Влияние рубок ухода на биологическую и пожарную устойчивость сосновых древостоев / А. В. Данчева, С. В. Залесов // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 3 (145). – С. 56–61.
12. Залесов, С. В. Рекомендации по совершенствованию охраны лесов от пожаров в ленточных борах Прииртышья / С. В. Залесов, Е. С. Залесова, А. С. Оплетаев. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 67 с.
13. Кректунов, А. А. Охрана населенных пунктов от природных пожаров / А. А. Кректунов, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. ин-т ГПС МЧС России, 2017. – 162 с.
14. Защита населенных пунктов от природных пожаров / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов, Е. Ю. Платонов // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 2 (108). – С. 34–36.
15. Залесов, С. В. Организация противопожарного устройства насаждений, формирующихся на бывших сельскохозяйственных угодьях / С. В. Залесов, А. Г. Магасумова, Н. Н. Новосёлова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4 (66). – С. 60–63.
16. Залесов, С. В. Система пожаротушения NATISK для остановки и локализации лесных пожаров / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 3. – URL: <http://www.Science-education. Ru/117-12757> (дата обращения: 18.03.20).

17. Калачев, А. А. Особенности послепожарного восстановления древостоев пихты сибирской в условиях Рудного Алтая / А. А. Калачев, С. В. Залесов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – № 2 (350). – С. 19–30.
18. Особенности формирования лесной экосистемы на гаях Северного Казахстана / А. В. Портянко, Б. М. Муканов, С. В. Залесов, А. В. Данчева, А. В. Эбель // Вестник науки Казахского аграрного университета им. С. Сайфуллина. – 2016. – № 1 (88). – С. 122–127.
19. Залесов, С.В. Запасы напочвенных горючих материалов в искусственных сосняках Алтайского края / С. В. Залесов, А. Е. Осипенко, Д. А. Шубин // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В. Р. Филиппова. – 2016. – № 2 (43). – С. 73–79.
20. Данчева, А.В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения / А. В. Данчева, С. В. Залесов. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.
21. Залесов, С.В. Лесная пирология. Термины, понятия, определения : учебный справочник / С. В. Залесов, Е. С. Залесова. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2014. – 54 с.
22. Курбацкий, Н. П. Исследование количества и состава лесных горючих материалов / Н. П. Курбацкий // Вопросы лесной пирологии. – Красноярск, 1970. – С. 5–58.
23. Новый способ создания заградительных и опорных противопожарных полос / С. В. Залесов, Г. А. Годовалов, А. А. Кректунов, А. С. Оплетаев // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3. – С. 90–94.
24. Кректунов, А. А. Перспективность использования быстротвердеющей пены для защиты населенных пунктов от природных пожаров / А. А. Кректунов, С. В. Залесов, А. Ф. Хабибуллин // Успехи современного естествознания. – 2018. – № 5. – С. 40–44.

Bibliography

1. The Influence of completeness and density on the growth of pine stands of the Kazakh small-grass forest and the effectiveness of logging in them. / A. V. Ebel, E. I. Ebel, S. V. Zalesov, B. M. Mukanov. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering univ., 2015. – 221 p.
 2. Forestry efficiency of logging in the pine forests of the Kazakh melkosopochnik / S. V. Zalesov, A. V. Dancheva, A. V. Ebel, E. I. Ebel // Forest Journal. – 2016. – № 3. – P. 21–30.
 3. Dancheva, A.V. Influence of recreational loads on the state and stability of pine plantations of the Kazakh melkosopochnik / A.V. Dancheva, S. V. Zalesov, B. M. Mukanov. – Yekaterinburg: Ural state forest engineering univ., 2014. – 195 p.
 4. Arkhipov, E. V., Dynamics of forest fires in the Republic of Kazakhstan and their ecological consequences / E. V. Arkhipov, S. V. Zalesov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2017. – № 4 (158). – P. 10–15.
 5. Arkhipov, E. V. Gorimost of pine forests of the Kazakh melkosopochnik // E. V., Arkhipov, S. V. Zalesov // Bulletin of the Altai state agrarian University. – 2016. – № 9 (143). – P. 64–69.
 6. Marchenko, V. P. Gorimost of ribbon hogs of the Irtysh region and ways of its minimization on the example of GU GLPR «Ertys ormany» / V. P. Marchenko, S. V. Zalesov // Bulletin of the Altai state agrarian University. – 2013. – № 10 (108). – P. 55–59.
 7. Shubin, D. A. Consequences of forest fires in the pine forests of the Priobskoye water protection pine-birch forestry district of the Altai territory / D. A. Shubin, S. V. Zalesov. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering univ., 2016. – 127 p.
 8. Shubin D. A. Post-Fire fall of trees in pine plantations of the Priobsky water protection pine-birch forestry district of the Altai territory / D. A. Shubin, S. V. Zalesov // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2013. – № 5 (111). – P. 39–41.
-

9. Shubin, D. A. Influence of fires on the components of forest biogeocenosis in the Upper-ne-Ob Borovoye massif / D. A. Shubin, A. A. Malinovskikh, S. V. Zalesov // *Izvestiya Orenburg state agrarian University*. – 2013. – № 6 (44). – P. 205–208.
10. The Role of logging in increasing the fire resistance of Kazakh pine trees / S. V. Zalesov, A.V. Dancheva, B. M. Mukanov, A.V. Ebel, E. I. Ebel // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2013. – № 6 (112). – P. 64–68.
11. Dancheva, A.V. The Influence of logging on the biological and fire resistance of pine stands / A. V. Dancheva, S. V. Zalesov // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2016. – № 3 (145). – P. 56–61.
12. Zalesov, S. V. Recommendations for improving the protection of forests from fires in the belt bores of the Irtysh region / S. V., Zalesov, E. S. Zaleova, A. S. Opletaev. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering univ., 2014. – 67 p.
13. Krektunov, A. A., Protection of settlements from natural fires / A. A. Krektunov, S. V. Zalesov. – Yekaterinburg : Ural Institute of state fire service of EMERCOM of Russia, 2017. – 162 p.
14. Protection of localities from natural fires / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krektunov, E. Yu. Platonov // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2013. – № 2 (108). – P. 34–36.
15. Zalesov, S. V. Organization of fire-prevention device of plantings formed on former agricultural land / S. V., Zalesov, A. G. Magasumova, N. N. Novoselova // *Bulletin of the Altai state agrarian University*. – 2010. – № 4 (66). – P. 60–63.
16. Zalesov, S. V. NATISK fire extinguishing System for stopping and localizing forest fires / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krektunov // *Modern problems of science and education*. – 2014. – № 3. – URL: <http://www.Science-education.Ru/117-12757> (Accessed: 18.03.20).
17. Kalachev, A. A. Features of post-fire restoration of stands of Siberian fir in the conditions of the Ore Altai / A. A. Kalachev, S. V. Zalesov // *News of higher educational institutions. Forest magazine*. – 2016. – № 2 (350). – P. 19–30.
18. Features of forest ecosystem formation in the burning areas of Northern Kazakhstan / A. V. Portyanko, B. M. Mukanov, S. V. Zalesov, A. V. Dancheva, A. V. Ebel // *Bulletin of science of the Kazakh agrarian University named after S. Saifullin*. – 2016. – № 1 (88). – P. 122–127.
19. Zalesov, S. V. Reserves of ground-based combustible materials in artificial pine forests of the Altai territory / S. V. Zalesov, A. E. Osipenko, D. A. Shubin // *Bulletin of the Buryat state agricultural Academy named after V. R. Filippov*. – 2016. – № 2 (43). – P. 73–79.
20. Dancheva, A. V. Ecological monitoring of forest stands for recreational purposes / A. V. Dancheva, S. V. Zalesov – Yekaterinburg : Ural state forest engineering univ., 2015. – 152 p.
21. Zalesov, S. V. Forest pyrology. Terms, concepts, definitions : Educational reference / S. V., Zalesov, E. S. Zalesova. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering un-t, 2014. – 54 p.
22. Kurbatsky, N. P. Study of the quantity and composition of forest fuel materials / N. P. Kurbatsky // *Questions of forest pyrology*. – Krasnoyarsk, 1970. – P. 5–58.
23. A new way of creating a protective and supporting fire lanes / S. V. Zalesov, G. A. Godovalov, A. A. Krachunov, A. S. Opletaev // *Bulletin of the Bashkir state agrarian University*. – 2014. – №. 3. – P. 90–94.
24. Krektunov, A. A. Prospects for using fast-hardening foam to protect localities from natural fires / A. A. Krektunov, S. V. Zalesov, A. F. Khabibulin // *Progress of modern natural science*. – 2018. – № 5. – P. 40–44.
-

УДК 630.279:630.443:630.411

ОПЫТ ПО ПРИМЕНЕНИЮ РОСТОВЫХ ВЕЩЕСТВ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНГИЦИДОВ НА РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПОЛЕГАНИЯ ВСХОДОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Е. П. ВИБЕ*

021704, Казахстан, Щучинск, ул. Кирова 58,
тел/факс 8(71636)4-11-53, e-mail: wiebe_k@mail.ru

К. А. МЕРКЕЛЬ*

тел/факс 8(71636)4-11-53, e-mail: merkel.94@inbox.ru

* Казахский научно-исследовательский институт
лесного хозяйства и агролесомелиорации,
021704, Казахстан, Щучинск, ул. Кирова 58

Ключевые слова: лесной питомник, сосна обыкновенная, инфекционное полегание, распространенность, биологический фунгицид, способ внесения.

Приводятся данные исследования по изучению влияния стимуляторов роста, активаторов почвы, биологических фунгицидов на полегание всходов сосны обыкновенной. Исследования проводились в лесном питомнике Арыкбалыкского филиала Государственного национального природного парка «Кокшетау» Северо-Казахстанской области. В опытах использовали следующие способы применения веществ: предпосевная обработка семян и полив почвы перед посевом семян. Из биологических препаратов фунгицидного действия были взяты препарат Трихоцин на основе гриба *Trichoderma harzianum*, Триходерма вериде – *T. veride* и Фитоспорин-М на основе бактерии *Bacillus subtilis*. Испытаны биологические препараты: регулятор роста Биосил, удобрение Байкал-ЭМ, стимулятор Циркон. В опытах использованы комплексные удобрения и стимуляторы роста растений Цитовит, Гумат+7, активаторы почвы ЭридГроу, ЕМ Еко КЗ Культуры. Установлено, что предпосевное замачивание семян как препаратами Байкал-ЭМ, Циркон, Гумат+7, так и их совместное применение с препаратом Трихоцин уменьшает распространенность полегания всходов сосны обыкновенной. При проливе почвы положительный эффект снижения распространенности заболевания получен только при применении биофунгицидов Трихоцин, Триходерма вериде и комплексного удобрения Цитовит. При применении бактериального препарата на основе *B. subtilis* получен неоднозначный результат, возможно, требуется подбор оптимальных концентраций для способов внесения препарата. В вариантах опыта с применением биопрепарата «Биосил», активаторов почвы ЭридГроу и ЕМ Еко КЗ Культуры защитного действия не наблюдалось.

EXPERIENCE IN THE APPLICATION OF GROWTH SUBSTANCES AND BIOLOGICAL FUNGICIDES ON THE PREVALENCE OF LODGING OF COMMON PINE SEEDLINGS

E. P. VIBE

tel/fax: 8(71636)4-11-53, e-mail: wiebe_k@mail.ru

K. A. MERKEL

tel/fax: 8(71636)4-11-53, e-mail: merkel.94@inbox.ru

* Kazakh research institute of forestry and agroforestry,
58 Kirova str., Shchuchinsk, Kazakhstan, 021704

Keywords: forest nursery, common pine, infectious lodging, prevalence, biological fungicide, method of application.

The article presents research data on the influence of growth stimulants, soil activators, and biological fungicides on the lodging of shoots of common pine. The studies were conducted in the forest nursery of the Arykbalyk branch of the state national natural park «Kokshetau» in the North Kazakhstan region. In the experiments, the following methods of applying substances were used – pre-sowing seed treatment and watering the soil before sowing seeds. From biological preparations of fungicidal action, the drug Trichocin based on the fungus *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma veride* – *T. veride* and Phytosporin-M based on the bacterium *Bacillus subtilis* were taken. Biological preparations were tested: growth regulator – Biosil, fertilizer – Baikal-EM, stimulator-Zircon. In the experiments, complex fertilizers and plant growth stimulators – Cytovit, Gumat + 7, soil activators – EridGrow, EM Eco KZ Culture, were used. It has been established that pre-sowing seed soaking with both Baikal-EM, Zircon, Gumat + 7 preparations, and their combined use with the Trichocin preparation, reduces the prevalence of lodging of common pine shoots. When the soil is spilled, the positive effect of reducing the prevalence of the disease was obtained only with the use of the biofungicides Trichocin, *Trichoderma veride* and the complex fertilizer Cytovit. When using a bacterial preparation based on *B. subtilis*, an ambiguous result was obtained. It may be necessary to select the optimal concentrations for the methods of applying the drug. No protective effect was observed in the variants of the experiment with the use of the biological product «Biosil», soil activators Eridgrow, and EM Eco KZ Culture.

Введение

Изучение возможностей использования стимуляторов роста для получения качественного посадочного материала в лесных питомниках является актуальной задачей. Имеется достаточно большое количество препаратов с ростостимулирующим действием (циркон, эпин-экстра, агат-25К, гумат и др.), которые способствуют лучшей всхожести семян и росту сеянцев хвойных [1–3].

В последнее время предпочтение отдают применению экологически безопасных препаратов, одними из которых являются препараты на основе тритерпеновых кислот пихты сибирской (Вэрва, Биосил, Новосил), оказывающие ростостимулирующее и защитное действие [4–5].

Также прослеживается значительный рост интереса к биологическому контролю различных патогенов древесных растений в питомнике. На рынке наблюдается постепенное увеличение

количества биоконтролирующих агентов. Основано оно на использовании гиперпаразитов и антагонистов в качестве врагов патогенных организмов [4, 6–7].

В Красноярском крае предпосевная обработка семян штамма *T. harzianum*, *B. subtilis* увеличивала грунтовую всхожесть сосны обыкновенной в 1,5–1,7 раза, а к концу вегетации улучшала сохранность и жизнестойкость сеянцев в 1,4–12 раз [8]. В Белоруссии были проведены исследования по защите посадочного материала от диплоидоза с применением препаратов на основе *B. subtilis* – Фрутин, Фитопротектин, которые показали высокую биологическую эффективность (97–99 %) [9].

В Италии было выполнено исследование по выделению видов *Trichoderma* из ризосфер дуба, маслины и лаванды для того, чтобы выбрать эффективные антагонистические и стимулирующие рост агенты и использовать их для внесения в субстраты

в питомнике [10]. Испанские ученые установили, что применение биоконтролирующего агента *T. asperellum* штамма Т34 уменьшало поражение сеянцев *Pinus radiata* на супрессивных компонентах и растения в данном опыте демонстрировали больший размер и более высокий фотосинтез [11].

Целью работы являлось изучение влияния стимуляторов роста, активаторов почвы, биофунгицидов на полегание всходов сосны обыкновенной.

Исследования проводились в лесном питомнике Арыкбалькского филиала Государственного национального природного парка (ГНПП) «Кокшетау» Северо-Казахстанской области. Территория филиала относится к лесостепной зоне. Климат резко континентальный, неблагоприятный для выращивания посадочного материала из-за поздне-весенних и ранне-осенних заморозков. Почвы в лесном питомнике черноземные [12].

Программа, методики и объём работ

В опытах использовали следующие способы применения веществ: предпосевная обработка семян и полив почвы перед посевом семян. Схема применения препаратов была разработана сотрудниками лаборатории воспроизводства лесов и лесоразведения Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации. Из биологических препаратов фунгицидного действия были взяты препарат Трихоцин на основе гриба *T. harzianum*, Триходерма вериде – *T. veride* и Фитоспорин-М на основе бактерии *V. subtilis*. Испытаны биологический регулятор роста Биосил на основе тритерпеновых кислот (эмульсионный экстракт хвои пихты сибирской), биологическое удобрение Байкал-ЭМ на основе микроорганизмов (фотосинтезирующие и молочно-кислые бактерии, дрожжи, актиномицеты, грибы), биологический стимулятор Циркон на основе гидроксикоричных кислот, которые производятся из растительного сырья эхинацеи пурпурной. Также в опытах использованы комплексные удобрения и стимуляторы роста растений Цитовит, Гумат + 7, активаторы почвы ЭридГроу, ЕМ Еко KZ Культуры. В контроле семена замачивали и проливали почву водой.

Посев производили по шестистрочной схеме вручную в грядках площадью по два квадратных метра в начале июня.

При детальном обследовании производили учет отпада всходов

от полегания и определяли его распространенность [13].

Статистика основных погодных показателей с момента высева и до детального учета: среднее значение температуры воздуха на высоте 2 м над поверхностью земли – +14,6 °С, минимальное значение – +3,3 °С (15.06.2019), максимальное значение – +29,3 °С (25.06.2019); сумма выпавших осадков – 29 мм, число дней с осадками – 13; среднее значение относительной влажности на высоте 2 м над поверхностью земли – 70 %, минимальное значение – 33 % (21.06.2019 и 30.06.2019) [14].

Результаты исследований и их обсуждение

В условиях исследуемого лесного питомника в открытом грунте отпад от полегания начинался на 14–15-й день после массового появления всходов, поэтому наблюдения были проведены в данный период.

Результаты учетов воздействия применяемых препаратов на распространенность полегания при замачивании семян перед посевом представлены в табл. 1.

В питомнике применяемые препараты в блоке 1 и 2 оказались эффективными, поскольку процент распространенности

Таблица 1
Table 1

Воздействие препаратов на распространенность полегания при замачивании семян перед посевом
Effect of drugs on the prevalence of lodging when soaking seeds before sowing

Препарат Name of the drug	Время замачивания, ч Soaking time, hour	Концентрация на 1 л воды Concentration per 1 liter of water	Распростра- ненность, % Prevalence, %
Блок 1			
Байкал-ЭМ	1,5	1мл	10,8
Циркон	3	0,25мл	7,5
Циркон	6	0,25мл	12,3
Гумат+7	12	1,5г	14,3
Гумат+7	12	0,5г	7,7
Контроль	2	-	18,2
Блок 2			
Байкал-ЭМ+Трихоцин	1,5+2	1мл+0,6г	21,6
Циркон+Трихоцин	3+2	0,25мл+0,6г	18,0
Циркон+Трихоцин	6+2	0,25мл+0,6г	22,7
Гумат+7+Трихоцин	12+2	1,5г+0,6г	8,0
Гумат+7+Трихоцин	12+2	0,5г+0,6г	23,9
Контроль+Трихоцин	2+2	0,6г	29,0
Блок 3			
Биосил	2	7,5 мл	26,9
Фитоспорин-М	2	0,25 мл	14,3
Контроль	2	-	17,9

полегания был ниже в сравнении с контрольными значениями. В 2,5 и 2,4 раза снижается распространенность при применении препаратов Циркон (3 ч.) и Гумат + 7 (1,5 г/1 л) соответственно. При применении совместно удобрения и биофунгицида Гумат + 7 + Трихоцин (0,5 г/1 л) распространенность полегания снижается в 3,6 раза.

В блоке 3 распространенность полегания при замачивании семян в биопрепарате «Фитоспорин-М» была ниже на 3,6 %, чем контрольные значения. В варианте опыта с применением биопрепарата Биосил защитного

действия не наблюдалось, распространенность полегания превышала контроль в 1,5 раза.

Результаты учетов воздействия применяемых препаратов на распространенность полегания при проливе почвы перед посевом семян представлены в табл. 2.

Положительный эффект снижения распространенности полегания получен при применении биофунгицидов Трихоцин, Триходерма вериде и комплексного удобрения Цитовит.

В вариантах опыта с применением активатора почвы ЭридГроу и Фитоспорин-М распространенность болезни была выше, чем в контроле.

Выводы

1. В условиях питомника Арыкбалыкского филиала ГНПП «Кокшетау» применение микроорганизмов-антагонистов на основе грибов рода *Trichoderma* при замачивании семян и проливе почвы перед посевом уменьшают заболеваемость всходов сосны обыкновенной.

2. Предпосевное замачивание семян препаратами Байкал-ЭМ, Циркон, Гумат+7 уменьшало распространенность полегания. Применение совместно удобрения Гумат+7 (0,5 г/1 л) и биофунгицида Трихоцин (*T. harzianum*) при замачивании семян перед посевом снижает распространенность полегания в 3,6 раза в сравнении с таковой на контроле.

3. Применение бактериального препарата на основе *B. subtilis* дало неоднозначный результат. Так, при замачивании семян распространенность заболевания снизилась на 3,6 %, а пролив почвы перед высевом семян не дал положительного эффекта в устойчивости всходов к фитопатогенам инфекционного полегания. Возможно, в данном случае необходимо повторение опыта с другими концентрациями.

4. В варианте опыта с применением биопрепарата Биосил защитного действия не наблюдалось, распространенность полегания превышала таковую на контроле в 1,5 раза.

5. Применение активаторов почв ЭридГроу и ЕМ Еко КЗ Культуры не повышало устойчивость всходов.

Таблица 2

Table 2

Воздействие препаратов на распространенность полегания при проливе почвы перед посевом семян и их обработка препаратом Циркон (6 ч)
Effect of preparations On the prevalence of lodging during soil spillage before sowing seeds and their treatment with Zircon preparation (6 h)

Препарат Name of the drug	Концентрация при расходе жидкости на 2 м ² Concentration at a liquid flow rate of 2 м ²	Распространенность, % Prevalence, %
ЕМ Еко КЗ Культуры	50 мл/10 л	13,2
ЭридГроу	100 мл/10 л	25,2
Цитовит	1,5 мл/1,5 л	8,8
Трихоцин	1,2 г/2 л	8,4
Триходерма вериде	5 г/л	8,3
Фитоспорин-М	20 мл/10 л	27,8
Контроль	–	13,2

Библиографический список

1. Пентелькин, С. К. Применение Агат-25К в лесном хозяйстве / С. К. Пентелькин // Лесное хозяйство. – 2001. – № 2. – С. 41–43.
2. Пентелькина, Н. В. Применение регулятора роста Циркон при выращивании посадочного материала ценных древесных пород / Н. В. Пентелькина // Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве. – Москва : НЭСТ М, 2010. – С. 330–340.
3. Устинова, Т. С. Влияние препарата Эпин-экстра на ростовые процессы сосны обыкновенной / Т. С. Устинова, И. М. Чмурова // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2011. – № 6. – С. 153–155.
4. Влияние стимуляторов роста природного происхождения на проростки хвойных пород / Е. М. Андреева, С. К. Стеценко, А. В. Кучин, Г. Г. Терехов, Т. В. Хуршкайнен // Лесотехнический журнал. – 2016. – № 3. – С. 10–18.
5. Егорова, А. В. Влияние хвойного препарата на рост и элементный состав семян *Pinus sylvestris* L. в условиях лесного питомника / А. В. Егорова, Н. П. Чернобровкина, Е. В. Робонен // Химия растительного сырья. – 2017. – № 2. – С. 171–180.
6. Bio-fertilizer application induces soil suppressiveness against Fusarium wilt disease by reshaping the soil microbiome / W. Xiong, S. Guo, A. Jousset, Q. Zhao, H. Wu, R. Li, G.A. Kowalchuk, Q. Shen // Soil Biology and Biochemistry. – 2017. – Vol. 114. – P. 238–247.
7. Control of Fusarium spp. causing damping-off of pine seedlings by means of selected essential oils / L. Seseni, T. Regnier, M.P. Roux-van der Merwe, E. Mogale, J. Badenhorst // Industrial Crops and Products. – 2015. – Vol. 76. – P. 329–332.
8. Гродницкая, И. Д. Влияние микробов-антагонистов на биогенность почвы и сохранность семян хвойных в искусственных фитоценозах / И. Д. Гродницкая, О. Э. Кондакова, Н. Н. Терещенко // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 6. – С. 13–25.
9. Азовская, Н. О. Скрининг фунгицидов и биопрепаратов для защиты молодых растений сосны от диплоидоза / Н. О. Азовская, В. А. Ярмолевич // Лесной вестник. – 2012. – № 1. – С. 171–174.
10. Use of nursery potting mixes amended with local *Trichoderma* strains with multiple complementary mechanisms to control soil-borne diseases / M.-P. Aleandri, G. Chilosi, N. Bruni, A. Tomassini, A. M. Vettraino, A. Vannini // Crop Protection. – 2015. – Vol. 67. – P. 269–278.
11. Compost from forest cleaning green waste and *Trichoderma asperellum* strain T34 reduced incidence of *Fusarium circinatum* in *Pinus radiata* seedlings / N. López-López, G. Segarra, O. Vergara, A. López-Fabal, M. I. Trillas // Biological Control. – 2016. – Vol. 95. – P. 31–39.
12. Предпосевная обработка семян сосны обыкновенной различными стимуляторами / С. А. Кабанова, М. А. Данченко, И. С. Кочегаров, А. Н. Кабанов, В. А. Борцов // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2018. – № 2. – С. 24–32.
13. Ведерников, В. Н. Наставление по защите растений от вредных насекомых и болезней в лесных питомниках / В. Н. Ведерников, А. Д. Малов. – Москва : ВНИИЛМ, 1984. – 119 с.
14. Расписание погоды. Погода в Саумалколе. – 2004. – URL: <http://gp5.kz> (дата обращения: 21.02.2020).

Bibliography

1. Pentelkin, S. K. Application of Agat-25K in forestry / S. K. Pentelkin // Forestry. – 2001. – №. 2. – P. 41–43.
2. Pentelkina, N. V. application of growth regulator Zircon when growing planting material of valuable wood species / N. V. Pentelkina // Zircon-natural growth regulator. Application in agriculture. – Moscow : NEST M. – 2010. – P. 330–340.
3. Ustinova, T. S. the Influence of the drug EPIN-extra on the growth processes of ordinary pine / T. S, Ustinova, I. M, Chmurova // Current problems of the forest complex. – 2011. – №. 6. – P. 153–155.

4. The effect of growth stimulants of natural origin on sprouts of conifers / E. M. Andreeva, S. K. Stetsenko, A. V. Kuchin, G. G. Terekhov, T. V. Khurshkainen // Forestry magazine. – 2016. – Vol. 3. – P. 10–18.
5. Egorova, A. V. Influence of coniferous preparation on the growth and elemental composition of *Pinus sylvestris* L. seedlings. In the conditions of a forest nursery / A. V. Egorova, N. P. Chernobrovkina, E. V. Robonen // Chemistry of plant raw materials. – 2017. – № 2. – P. 171–180.
6. Bio-fertilizer application induces soil suppressiveness against Fusarium wilt disease by reshaping the soil microbiome / W. Xiong, S. Guo, A. Jousset, Q. Zhao, H. Wu, R. Li, G. A. Kowalchuk, Q. Shen // Soil Biology and Biochemistry. – 2017. – Vol. 114. – P. 238–247.
7. Control of Fusarium spp. causing damping-off of pine seedlings by means of selected essential oils / L. Seseni, T. Regnier, M. P. Roux-van der Merwe, E. Mogale, J. Badenhorst // Industrial Crops and Products. – 2015. – Vol. 76. – P. 329–332.
8. Grodnitskaya, I. D. Influence of microbes-antagonists on soil biogenicity and preservation of coniferous seedlings in artificial phytocenoses / I. D. Grodnitskaya, O. E. Kondakova, N. N. Tereshchenko // Siberian forest journal. – 2016. – № 6. – P. 13–25.
9. Azovskaya N. O. Screening of fungicides and biologics for protection of young pine plants from diplodiosis / N. O. Azovskaya, V. A. Yarmolovich // Lesnoy Vestnik. – 2012. – №1. – P. 171–174.
10. Use of nursery potting mixes amended with local *Trichoderma* strains with multiple complementary mechanisms to control soil-borne diseases / M.-P. Aleandri, G. Chilosi, N. Bruni, A. Tomassini, A. M. Vettrano, A. Vannini // Crop Protection. – 2015. – Vol.67. – P. 269–278.
11. Compost from forest cleaning green waste and *Trichoderma asperellum* strain T34 reduced incidence of *Fusarium circinatum* in *Pinus radiata* seedlings / N. López-López, G. Segarra, O. Vergara, A. López-Fabal, M. I. Trillas // Biological Control. – 2016. Vol. 95. – P. 31–39.
12. Pre-Sowing treatment of common pine seeds with various stimulants / S. A. Kabanova, M. A. Danchenko, I. S. Kochegarov, A. N. Kabanov, V. A. Bortsov // Bulletin of science of the Kazakh agrotechnical University named after S. Seifullin. – 2018. – № 2. – P. 24–32.
13. Vedernikov, V. N. Instructions for protecting plants from harmful insects and diseases in forest nurseries / V. N. Vedernikov, A. D. Malov. – Moscow : VNIILM, 1984. – 119 p.
14. Weather schedule. Weather in Saumalkol. – 2004. – URL: <http://tp5.kz> (accessed: 21.02.2020).

УДК 630.651.2

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ НОВОВВЕДЕНИЙ КАК ФАКТОР ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Г. П. БУТКО – доктор экономических наук, профессор

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37.
тел. 8902-25-91-135, e-mail: gpbutko@mail.ru

Ключевые слова: лесная рента, экономический механизм, устойчивое управление, лесопользование, специализированное лесохозяйственное предприятие, эффективность, прибыль, нововведения (приоритет – максимизация).

Рассмотрены методы оценки результативности управленческих нововведений и даны предложения по созданию инструментария совершенствования традиционных подходов.

Предлагаемый автором методический подход интегральной оценки результативности управленческих нововведений основан на интеграции методов формирования системы сбалансированных показателей и методов математической статистики. Данный подход исключает возможность осуществления необоснованных с точки зрения результативности нововведений. Система сбалансированных показателей расширяет возможности оценки управленческих нововведений. Кроме того, появляется возможность более строгого обоснования целесообразности внедрения нововведений в системе управления с точки зрения стратегического развития специализированных лесохозяйственных предприятий. С одной стороны, эффективное лесопользование с экономической точки зрения предусматривает организацию использования лесных ресурсов и, как результат, обеспечение дохода государству. И, с другой стороны, появляется возможность получения финансовых ресурсов для воспроизводства лесных ресурсов.

Рассмотрены способы извлечения лесного дохода в зависимости от применяемой на практике системы управления лесами. Дано определение расчета лесной ренты для конкурентных лесных торгов.

ECONOMIC EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF MANAGEMENT INNOVATIONS AS A FACTOR FOR ENSURING EFFECTIVE FOREST MANAGEMENT

G. P. BUTKO – doctor of economic Sciences, Professor

FSBEE HE «Ural State Forest engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Sibirian tract, 37,
phone 8902-25-91-135, e-mail: gpbutko@mail.ru

Keywords: *Forest rent, economic mechanism, sustainable management, forest management, specialized forestry enterprise, economic efficiency, profit, innovations (priority-maximization).*

The article considers methods for evaluating the effectiveness of management innovations and offers to create tools for improving traditional approaches.

The author's proposed methodological approach to the integrated assessment of the effectiveness of management innovations is based on the integration of methods for forming a system of balanced indicators and methods of mathematical statistics. This approach eliminates the possibility of implementing innovations that are not justified in terms of performance. The balanced scorecard system expands the ability to evaluate management innovations. In addition, there is an opportunity for a more rigorous justification of the feasibility of introducing innovations in the management system from the point of view of the strategic development of specialized forestry enterprises. On the one hand, effective forest management from an economic point of view involves organizing the use of forest resources and, as a result, providing income to the state. On the other hand, it is possible to obtain financial resources for the reproduction of forest resources.

The ways of extracting forest income depending on the forest management system used in practice are considered. The definition of forest rent calculation for competitive forest auctions is given.

Введение

Глубокие экономические перемены в России привели к стремительным изменениям условий хозяйствования, которые показали несостоятельность традиционно сложившихся в лесном секторе, как и других отраслях экономики, систем управления. Послед-

ние, как правило, не в полной мере соответствуют требованиям рыночной экономики. В настоящее время она представляет собой трансформированный тип.

В сложившихся условиях первоочередной задачей специализированных лесохозяйственных предприятий становится переход

на инновационный путь развития, в том числе:

– переход на современные технологии, направленные на обеспечение рационального, комплексного использования лесных ресурсов;

– переход на современные, адекватные рыночным условиям

хозяйствования методы и технологии управления, в том числе соответствующие мировым стандартам управления качеством.

Если рассматривать весь производственный цикл, речь идет об освоении новых видов услуг, внедрении прогрессивных ресурсо- и энергосберегающих технологий.

Цель, задачи и объект исследования

Основной целью исследования является изучение метода оценки результативности управленческих нововведений (инноваций) и предложение инструментария совершенствования традиционных подходов.

Что касается непосредственно инструментария, то в данном случае целесообразно использовать методы оценки результативности управленческих инноваций, которые возможно применять на специализированных лесохозяйственных предприятиях.

Критерием оценки управленческих нововведений выступает результативность, определяемая как относительный показатель соотношения результаты – затраты.

Результативность характеризует свойства и возможности системы. Результативность управленческого нововведения определяет его направление, содержание, факторы и резервы роста в конкретных условиях осуществления. Поэтому результативность может быть выражена как качественными, так и количественными критериями, что дает более широкие возможности для

оценки управленческих нововведений. В итоге каждое управленческое нововведение может быть выражено определенными показателями или их соотношением, характеризующими результат, т.е. можно получить как количественный, так и качественный критерий для конкретного нововведения.

Результаты исследований и их обсуждение

В качестве конкретного критерия результативности управленческих нововведений могут выступать положительный эффект (приоритет – максимизация), определенная эффективность (приоритет – максимизация), производительность (приоритет – максимизация); прибыль (приоритет – максимизация) и др.

Предлагаемый автором методический подход интегральной оценки результативности управленческих нововведений основан на интеграции методов формирования системы сбалансированных показателей и методов математической статистики.

Система сбалансированных показателей представляет собой систему монетарных и немонетарных показателей, построенную на основе набора ключевых факторов успеха и непосредственно связанную с принятой стратегией развития предприятия.

Авторы системы сбалансированных показателей Н. Ольше, П. Хорват, Р. Каплан и Д. Нортон [1–3] предложили три направления (аспекта) оценки результативности, отвечающие на самые

значимые для успешной деятельности вопросы:

- финансы (каково представление о возможности привлечения инвесторов);
- бизнес-процессы (какие бизнес-процессы требуют оптимизации, на каких предложениях стоит сосредоточиться, от каких отказаться);
- обучение и рост (какие возможности существуют для роста и развития).

Ответы на вопросы по каждому направлению деятельности зависят от постановки целей, которые «выводятся» из миссии и стратегии объекта исследования, а затем «переводятся» в показатели системы управления. В ходе построения сбалансированной системы определяются не только целевые установки, но и измеряющие цели показатели, задания на плановый период и необходимые для их выполнения мероприятия.

Баланс в рамках новой концепции носит многоплановый характер, охватывая связи между монетарными и немонетарными величинами измерения, стратегическим и оперативным уровнями управления, прошлыми и будущими результатами, а также внутренними и внешними аспектами деятельности. Значение термина «сбалансированность» означает, таким образом, разностороннее отражение деятельности.

В целом сбалансированная система показателей должна характеризоваться охватом всей деятельности конкретного объекта исследования; количественной обозримостью показателей;

наличием причинно-следственных зависимостей между показателями и др.

Использование системы сбалансированных показателей не просто расширяет возможности оценки управленческих нововведений, но и дает возможность более строгого обоснования целесообразности внедрения нововведений в системе управления с точки зрения стратегического развития. Кроме того, данный подход исключает возможность осуществления необоснованных с точки зрения результативности нововведений.

Необходимость данного экономического механизма в части предоставления долгосрочного пользования лесными участками вытекает из перспективного реформирования экономических отношений в лесном хозяйстве. С одной стороны, эффективное лесопользование с экономической точки зрения предусматривает организацию использования лесных ресурсов и, как результат, обеспечение дохода государству и, с другой стороны, получение финансовых ресурсов для воспроизводства лесных ресурсов.

Концепция возрождения лесостроительства в России в условиях рыночной экономики сформулирована академиком Моисевым Н. А. [4]. К лесостроительству как основной функции государства по обеспечению охраны лесов обращается Быковский В. К. [5].

Экономический механизм реализации программы использования и воспроизводства лесных ресурсов строится на основе

рационального распределения лесных платежей с учетом экономических интересов субъектов лесных отношений. Затраты на воспроизводство используемых ресурсов в виде их себестоимости и норматива прибыли должны быть адресованы тем субъектам, на которых возложены обязанности по ведению лесного хозяйства, в том числе арендатору, а на арендованной лесной площади – лесничеству, которое может осуществлять меры по воспроизводству лесных ресурсов через привлекаемых для этой цели подрядчика или специализированное лесохозяйственное предприятие (какое должно быть образовано вместо упраздненного лесхоза) [6].

Способы же извлечения лесного дохода зависят от применяемой на практике системы управления лесами. В мировой практике выделяются две такие системы управления: американская и европейская. Американская система сводится к продаже древесины на корню по рыночным ценам на организуемых для этой цели торгах (аукционах) в условиях конкуренции (США) или по договорам на основе соглашений с лицензионными лесопользователями (Канада) [4]. Европейская же система (Финляндия, Германия, Австрия) заключается в продаже древесины не на корню, а в виде поставляемых на рынок сбыта заготовленных лесоматериалов. Например, в государственных лесах Финляндии лесничества осуществляют не только управление лесами, но и всю хозяйственную деятель-

ность, включая заготовку древесины и ее продажу потребителям по предварительно заключаемым соглашениям.

В настоящее время, справедливо отмечает известный ученый А. П. Петров, «не должно быть два хозяина в лесу» [6].

Остается спорным вопрос по обоснованию расчета лесной ренты в условиях конкуренции [7]. Основу лесного дохода образуют лесная рента или чистый доход, который остается после вычета из рыночной цены реализуемых на рынках сбыта лесных товаров всей суммы затрат по сквозной технологической цепочке мероприятий, включая лесовыращивание, лесозаготовки, транспортировку, последующую обработку и переработку древесины до продукции «первого передела» (пиломатериалы, фанера, целлюлоза, древесные плиты и т. п.). Поэтому ренту называют еще разностным доходом, или остаточной стоимостью.

В России до Октябрьской революции 1917 г. были в реальных как первая, так и вторая системы: в частных лесовладениях древесина продавалась преимущественно на корню, в казенных лесах – в виде заготовленных лесоматериалов.

Классическое наследие в области российского национального лесопользования принадлежит профессору М. М. Орлову и главный его тезис, что более выгодно продажа древесины не на корню, а в виде заготовленных самим владельцем лесоматериалов, так как при этом извлекается больший лесной доход в виде ренты,

к тому же рубка леса осуществляется наиболее квалифицированно под опытным вниманием лесничего и его аппарата управления [8].

Правила заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах утверждены Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации [9, 10]. Методический подход определения рентных платежей за древесину на корню основан на учете рентообразующих факторов, к числу которых относятся:

- породно-размерно-качественные различия ресурсов леса;
- расположение лесов относительно рынков сбыта;
- условия лесозаготовки и ведения лесного хозяйства;
- платежеспособность потребителя на внутренних и внешних рынках.

Если речь идет об определении лесной ренты для конкурентных лесных торгов, то необходимо учитывать такие факторы:

- рыночные цены реализуемых лесоматериалов на рынках сбыта;
- затраты на заготовку древесины;
- затраты на доставку лесоматериалов до рынков сбыта;
- затраты на систему мероприятий по воспроизводству лесного ресурса.

На основании представленных данных рассчитывается нормативная прибыль от заготовки, транспортировки и воспроизводства лесного ресурса соответственно.

Стартовая цена древесины на корню – это сумма лесной ренты, себестоимости выращивания лесного ресурса и нормативной прибыли того подрядчика, который будет осуществлять воспроизводство лесного ресурса.

Интегральная оценка общей результативности системы управления осуществляется по формуле

$$P_{cy} = \sum_{j=1} \alpha_j P_{cyj}, \quad (1)$$

где P_{cy} – общая результативность системы управления;

α_j – значимость j -го направления.

Интегральная оценка результативности управленческих нововведений по основным направлениям деятельности определяется по формуле

$$P_{унj} = P_{cyn} - P_{cyj}\Phi, \quad (2)$$

где P_{cyn} – прогнозная интегральная результативность системы управления (после внедрения управленческих нововведений) по j -му направлению деятельности;

$P_{cyj}\Phi$ – фактическая интегральная результативность системы управления (до внедрения управ-

ленческих нововведений) по j -му направлению деятельности.

Интегральная оценка общей результативности управленческих нововведений определяется по формуле

$$P_{ун} = P_{cyn} - P_{cy}\Phi, \quad (3)$$

где P_{cyn} – прогнозная интегральная результативность системы управления (после внедрения управленческих нововведений);

$P_{cy}\Phi$ – фактическая интегральная результативность системы управления (до внедрения управленческих нововведений).

Выводы

Предлагаемый методический подход к оценке результативности управленческих нововведений в лесном секторе экономики имеет ряд преимуществ, к которым можно отнести доступность предложенного методического подхода с вычислительной и содержательной стороны. Важными факторами выступают комплексность оценки управленческих нововведений; возможность выбора простых и легко исчисляемых показателей и оценки предлагаемых управленческих нововведений. Не менее значимым является формирование критерия и системы показателей, в результате использования которых возможно получение достоверных результатов.

Библиографический список

1. Ольве, Н. Г. Оценка эффективности деятельности компании : практическое руководство по использованию сбалансированной системы показателей / Н. Г. Ольве, Ж. Рой, М. Веттер. – Москва : Вильямс, 2003. – 275 с.
2. Хорват, П. Сбалансированная система показателей как средство управления предприятием / П. Хорват // Проблемы теории и практики управления. – 2000. – № 4. – С. 34–42.

3. Kaplan, R. S. The Balanced Scorecard Translating Strategy Action / R. S. Kaplan, D. P. Norton. – Cambridge Mass, 1996. – 324 с.
4. Моисеев, Н. А. Лесоустройство в России. Исторический анализ лесоустройства в России и концепция его возрождения в условиях рыночной экономики / Н. А. Моисеев, А. Г. Третьяков, Р. Ф. Трейфельд. – Москва : МГУЛ, 2014. – 268 с.
5. Быковский, В.К. Лесоустройство как основная функция государства по обеспечению охраны лесов / В.К. Быковский // Актуальные проблемы российского права. – 2015. – № 7 (56). – С. 117–120.
6. Петров, А. П. Два хозяина в лесу – право дело, ни к чему / А. П. Петров // Лесная газета. – 2012. – № 4 (10253).
7. Бутко, Г. П. Инновационная деятельность корпорации : монография / Г. П. Бутко. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 182 с. – ISBN 5-230-25638-9.
8. Орлов, М. М. Лесоправление как исполнение лесоустроительного планирования / М. М. Орлов. – Москва : Лесная промышленность, 2006. – 479 с.
9. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации № 474 от 13.09.2016 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, лесопарках, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации» [Зарегистрирован 29.12.2016 № 45041]. – URL.: <http://docs.cntd.ru/document/420377910> (дата обращения: 09.02.2020).
10. Приказ Минприроды России № 10 от 15.01.2019 «Об утверждении Порядка ведения государственного лесного реестра и внесении изменений в Перечень, формы и порядок подготовки документов, на основании которых осуществляется внесение документированной информации в государственный лесной реестр и ее изменение, утвержденные приказом Минприроды России от 11 ноября 2013 г. № 496» [Зарегистрировано в Минюсте РФ 04.04.2019 N 54270]. – URL.: http://rosleshoz.gov.ru/doc/%D0%BF%D0%BC%D0%BF_%E2%84%9610_2019.01.15 (дата обращения: 18.01.2020).

Bibliography

1. Olve, N. G. Evaluating the company's performance. Practical guide to using a balanced scorecard / N. G. Olve, J. Roy, M. Vetter. – Moscow : Publishing house «Williams», 2003. – 275 p.
 2. Horvat, P. Balanced scorecard as a means of enterprise management / P. Horvat // Problems of management theory and practice. – 2000. – No. 4. – P. 34–42.
 3. Kaplan, R. S. The Balanced Scorecard Translating Strategy Action / R. S. Kaplan, D. P. Norton. – Cambridge Mass, 1996. – 324 p.
 4. Moiseev, N. A. Forest Management in Russia. Historical analysis of forest management in Russia and the concept of its revival in the conditions of market economy / A. G. Moiseev, R. F. Tretyakov, R. F. Traveled. – Moscow : MGUL, 2014. – 268 p.
 5. Bykovsky, V. K. Forest Management as the main function of the state to ensure the protection of forests / V. K. Bykovsky // Actual problems of Russian law. – 2015. – No. 7 (56). – P. 117–120.
 6. Petrov, A. P. Two owners in the forest-the right thing, no need / A. P. Petrov // Forest newspaper. – 2012. – No. 4 (10253).
 7. Butko, G. P. Innovative activity of the Corporation : Monograph. / G. P. Butko. – Yekaterinburg : Urfu, 2013. – 182 p. – ISBN 5-230-25638-9.
 8. Orlov, M. M. Forest Management as the implementation of forest management planning / M. M. Orlov. – Moscow : Lesnaya promyshlennost', 2006. – 479 p.
 9. Order of the Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation of 13.09.2016 No. 474 «On approval Of the rules of wood harvesting and features of wood harvesting in forest areas, forest parks specified
-

in article 23 of the Forest code of the Russian Federation» [Registered 29.12.2016 No. 45041]. – URL.: <http://docs.cntd.ru/document/420377910> (date accessed: 09.02.2020).

10. The order of Ministry of Russia from 15.01.2019 N 10 «On approval of the order of conducting state forest register and modification of the List, forms and procedure of preparation of documents on the basis of which the entering documented information into the state forest register and its change, approved by the Ministry of Russia dated 11 November 2013 N 496» [Registered at the Ministry of justice 04.04.2019 N 54270]. – URL.: http://rosleshoz.gov.ru/doc/%D0%BF%D0%BC%D0%BF_%E2%84%9610_2019.01.15 (date accessed: 18.01.2020).

УДК 338.32

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Я. М. ЩЕЛЮКОВ – кандидат технических наук,
доцент кафедры энергосбережения
e-mail: energo-ugtu@bk.ru

ФГАОУ ВО «УрФУ имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»
620002, Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 19, кафедра энергосбережения

А. В. МЕХРЕНЦЕВ – кандидат технических наук, доцент*
e-mail: mehrentsev@yandex.ru

В. С. АВДЕЕВА – бакалавр*
e-mail: avdeeva_vs@list.ru

* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт 37, кафедра лесоводства

Ключевые слова: энергоаудит, топливно-энергетические ресурсы, энергообеспечение, энергоэкологический анализ, энергоэффективность, производственная энергоёмкость, сквозной энергетический анализ.

Существующая в настоящее время на законодательном уровне система энергоаудита в рамках действующих нормативных актов способна решать технические проблемы энергоэффективности и энергосбережения. В условиях рыночной экономики проблему конкурентоспособности можно решать при условии, когда энергетический менеджмент является обязательной частью всей системы управления деятельностью предприятия. В настоящее время понятие «энергетический менеджмент» определяется как система управления энергетическими структурами предприятия или энергетическими ресурсами. Поэтому энергоменеджмент следует понимать как подсистему управления предприятием, видом экономической деятельности и т. п. с использованием энергоэкономических показателей, полученных по результатам ежегодного энергетического анализа производственной деятельности предприятия. Энергетическую стоимость производства и отдельных технологических переделов еще называют экономической энергоэффективностью – это отношение финансовых затрат на потребляемые энергоресурсы к объему себестоимости производимой продукции предприятием. Этот показатель отражает не только объемы потребления соответствующих энергоносителей и объемы производства, но также аккумулирует в себе динамику цен на различные энергоносители, структуру потребляемых энергоносителей, динамику цен промышленной продукции или

дефляторов валового продукта, долю затрат на ТЭР в объемах производства и в суммарных затратах на производство. Аналогично может рассматриваться и электроэнергетическая стоимость производства. Роль этого показателя будет возрастать по мере реализации решений по повышению цен на природный газ и перехода на свободный рынок электроэнергии.

При наличии или формировании на предприятии лесопромышленного комплекса системы энергетического менеджмента определяющим технологическим приемом обследования должен быть один или два ведущих критерия. Одним из них в большинстве случаев должна быть производственная энергоемкость изготовления определяющей продукции. Продуктовый подход следует ограничить оценкой выполнения программы энергосбережения предприятием. При ее отсутствии результативность работ по энергосбережению следует оценивать по итогам выполнения рекомендаций, предложенных по результатам предыдущего энергоаудита.

ENERGY MANAGEMENT AS A TOOL TO INCREASE EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AT FOREST COMPLEX ENTERPRISES

Y. M. SLIKOV – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
departments of energy saving
e-mail: energo-ugtu@bk.ru

FSAOU «UrFU named after the first President of Russia B. N. Yeltsin»
620002, Russia, Yekaterinburg, Mira str., 19, department of energy saving

A. V. MEHRENTSEV – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*
e-mail: mehrentsev@yandex.ru

V. S. AVDEEVA – is a bachelor*
e-mail: avdeeva_vs@list.ru

*FSBEE HE «Ural State Forest engineering University»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37,
Department of Forestry

Keywords: *energy efficiency, fuel and energy resources, energy supply, energy-environmental analysis, energy efficiency, industrial energy intensity, end-to-end energy analysis.*

The current system of energy audite at the legislative level, within the framework of existing regulations, is able to solve technical problems of energy efficiency and energy saving. In a market economy, the problem of competitiveness can be solved provided that energy management is a mandatory part of the entire enterprise management system. At present, the term “energy management” is defined as a system for managing the energy structures of an enterprise or energy resources. Therefore, energy management should be understood as a subsystem of management of the enterprise, type of economic activity, etc., using energy economic indicators obtained from the results of the annual energy analysis of the production activity of the enterprise. The energy cost of production and certain technological processes is also called economic energy efficiency – it is the ratio of financial costs for consumed energy resources to the volume of cost of produced products by the enterprise. This indicator reflects not only the volume of consumption of the relevant energy carriers and the volume of production, but also accumulates the dynamics of prices for various energy carriers, the structure of consumed energy carriers, the dynamics of prices of industrial products or deflators of gross product, the share of TER costs in production volumes and in total production costs. Similarly, the electricity cost of production can be considered. The role of this indicator will increase as decisions to raise natural gas prices and move to the free electricity market are implemented.

In case of presence or formation of energy management system at the timber complex enterprise, one or two leading criteria shall be the determining technological approach of the survey. One of them in most cases should be the production energy intensity of the production of the defining products. The product approach should be limited to evaluating the execution of the energy saving program by the enterprise. If it is not available, the performance of the energy saving works should be assessed on the basis of the implementation of the recommendations proposed on the basis of the results of the previous energy audit.

Введение

Одним из рычагов любого процесса управления (менеджмента) является система мер по наблюдению за состоянием объекта (предприятия). Если ограничиться показателями экономической деятельности управляемого объекта, то они обычно интегрируются по двум уровням:

– организационно-правовая форма – предприятие, компания, вид экономической деятельности (отрасль), регион, государство (федерация), т.е. уровень управления;

– конечная продукция, когда рассматривается вся технологическая цепь производственного процесса от добычи сырья до получения конечного продукта (услуги).

Этот вид управляемого объекта в виде конечного продукта особенно важен, когда его можно получить с использованием различных технологических процессов.

Наблюдение (мониторинг) за управляемыми объектами должно вестись в режиме их развития, а результаты мониторинга обеспечивать оперативное выявление последствий воздействия различных внешних и внутренних факторов. Один из основных внешних факторов – это рыночные условия функционирования экономики. В связи с этим

в ВТО существует соглашение по техническим барьерам в торговле (ТБТ).

Основу понятия «мониторинг» составляет термин *monitor* (лат.), который имеет три основных значения: напоминающий, предупреждающий и надзирающий. К настоящему времени определяющее значение любого вида наблюдения (аудит, обследование и т.п.) имеет надзирающая функция. Попробуем это показать на примере энергетических обследований организаций, введенных Федеральным законом от 03.04.1996 № 28-ФЗ [1].

Цель, задачи, методика и объекты исследования

Законом [1] было введено следующее. Энергетические обследования проводятся в целях оценки эффективного использования энергетических ресурсов и снижения затрат потребителей на топливо- и энергообеспечение.

Цель данного исследования – формирование нового методического подхода при проведении энергоаудита на промышленных предприятиях. При этом основной задачей является определение ключевых энергоэкономических показателей, рекомендуемых к учету при проведении энергоаудита на основе сквозного энергетического баланса.

Обязательным энергетическим обследованиям подлежат организации независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет более 6 тыс. т условного топлива или более одной тысячи тонн моторного топлива. Энергетические обследования организаций, если годовое потребление ими энергетических ресурсов составляет менее 6 тыс. т условного топлива, проводятся по решению органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, ответственных за координацию работ по эффективному использованию энергетических ресурсов.

Основной задачей энергоанализа (мониторинга) является отслеживание динамики энергоэкономических показателей с целью прогнозирования возможных ситуаций. Цель прогнозирования – опережающее отражение с достаточной степенью точности вероятности развития ситуации на основе анализа энергетической составляющей возможных причин ее возникновения. Достоверность полученных результатов возрастает в случае проведения интегрированного энергоэкологического анализа [2, 3].

Методика, порядок и сроки проведения энергетических

обследований определяются Правительством Российской Федерации. Однако правила проведения энергетических обследований организаций были приняты на уровне Минэнерго РФ [4], а затем Минпромэнерго РФ в виде «Рекомендаций» [5]. При этом указанные Рекомендации, согласно [5], предназначены для юридических лиц независимо от форм собственности, использующих топливно-энергетические ресурсы (ТЭР) для производства продукции, оказания услуг и на собственные нужды и др., которые представляют на утверждение в Минпромэнерго России нормативы, устанавливаемые на период регулирования тарифов. То есть, по сути дела, организация работ по реализации государственной политики по эффективному использованию ТЭР [1] во многом сводится к тарифному регулированию через нормирование удельного расхода топлива, технологических потерь энергоресурсов и др.

При этом очередные энергетические обследования потребителей ТЭР проводятся не реже одного раза в пять лет и не чаще чем один раз в два года в плановом порядке для сравнения текущих показателей энергоэффективности с показателями, определенными предыдущим обследованием, сертификации потребителя ТЭР в системе добровольной сертификации в области рационального использования и сбережения энергоресурсов (РИЭР), внесения изменений в энергетический паспорт и т. д.

То есть надзирающие функции энергоаудитов должны быть реализованы в рамках системы добровольной сертификации РИЭР. Одно из положений соглашения ВТО по ТБТ устанавливает проведение сертификации энергопотребляющей продукции и процессов производства. Цель сертификации по ВТО – рациональное использование энергетических и других ресурсов как обязательное условие обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Как показывает мировая практика, для достижения этой цели необходимо создание на каждом предприятии системы энергетического менеджмента [6]. Энергоаудит в этой системе является одной из составляющих, которая позволяет определить количественные значения потребления энергоресурсов на предприятии. Результаты отечественных исследований показывают, что отсутствие комплексного подхода к управлению энергетическими затратами на промышленных предприятиях является одним из важнейших факторов, существенным образом сдерживающим повышение конкурентоспособности отечественных производителей [2, 7, 8].

Результаты исследования и их обсуждение

Существующая в настоящее время на законодательном уровне [1] система энергоаудита в рамках действующих нормативных актов [4, 5] способна с какой-то степенью комплексности решать технические про-

блемы энергоэффективности и энергосбережения. В условиях рыночной экономики проблему конкурентоспособности возможно решать при условии, что энергетический менеджмент является обязательной частью всей системы управления деятельностью предприятия [6, 7]. В настоящее время понятие «энергетический менеджмент» определяют как систему управления энергетическими структурами предприятия (компания) и/или энергетическими ресурсами [7]. Поэтому энергоменеджмент следует понимать как подсистему управления предприятием, видом экономической деятельности и т.п. с использованием энергоэкономических показателей, полученных по результатам ежегодного энергетического анализа производственной деятельности предприятия.

Рассмотрим возможную схему энергетического менеджмента на примере предприятия лесопромышленного комплекса (ЛПК).

1. Определение ряда ключевых энергоэкономических показателей в целом по предприятию.

1.1. Энергетическая стоимость производства и отдельных технологических переделов. Данный показатель еще называют экономической энергоэффективностью – это отношение финансовых затрат на потребляемые энергоресурсы к объему себестоимости производимой продукции предприятием и т. д. [9].

Этот показатель отражает не только объемы потребления соответствующих энергоносителей и объемы производства, но также

аккумулирует в себе динамику цен на различные энергоносители, структуру потребляемых энергоносителей, динамику цен промышленной продукции или дефляторов валового продукта, долю затрат на ТЭР в объемах производства и в суммарных затратах на производство. Аналогично может рассматриваться и электроэнергетическая стоимость производства. Роль этого показателя будет возрастать по мере реализации решений по повышению цен на природный газ и перехода на свободный рынок электроэнергии [10].

1.2. Производственная энергоёмкость изготовления продукции [11]. Обычно она выражается в абсолютных значениях суммарных затрат энергоносителей, приходящихся на единицу продукции, произведенной за календарный период времени (год, месяц и т.д.). Этот показатель следует рассматривать как фактическую переменную производственного процесса. Для обеспечения сопоставимости результатов по годам его следует рассчитывать относительно ежегодных рыночных оборотов, определенных в ценах базового года.

1.3. Определение темпов прироста (снижения) указанных выше показателей по сравнению с таковыми в предыдущих годах. Методика таких сравнений приведена в [2, 8]. Подобные схемы таких сопоставлений используются в виде энергетических условий устойчивого развития экономики. Приведем некоторые из этих соотношений.

Темпы прироста расхода энергоносителей $\Delta \mathcal{E}$ (%) должны быть ниже, чем темпы прироста объемов в нашем случае рыночного оборота ΔPO :

$$\Delta \mathcal{E} < \Delta PO.$$

Пример расчета

За период 2000–2005 гг. приросты на предприятии составили $\Delta PO = 25\%$, а производственная энергоёмкость выросла на 8%. В этом случае $\Delta \mathcal{E} = 8 : 25 = 0,32\%$. Если этот показатель близок к 1 или даже больше – это отрицательный результат.

Обеспечение неуклонного ежегодного снижения темпов прироста расхода энергоносителей (%) на единицу прироста ΔPO в неизменных рублях (%):

$$(\Delta \mathcal{E})_{n+1} < (\Delta \mathcal{E})_n, \text{ \%/\%},$$

где $n, n+1$ – соответственно предыдущий и отчетный годы.

Такое сравнение позволяет отслеживать динамику не только экономических, но и энергоэкономических показателей. Цель таких сравнений – повышение качества принимаемых управленческих решений. Данная цель достигается за счет использования не только рублевых показателей, но и энергетических в виде кг у. т., кВт·ч, которые не подвержены влиянию инфляционных процессов, конъюнктуры рынка и т.п.

2. Энергетический мониторинг потребителей энергоносителей по цехам или технологическим процессам. Основная задача – выработка целевой функции энергопотребления для каждого подразделения (энергоучетного

центра). Данная система эффективна, когда фактические показатели сравниваются с нормативными и расчетными величинами.

3. Энергетический мониторинг возможен при наличии внутриводского учета. Необходимо установка узлов учета на основные энергоносители. Внедрение внутриводского учета дисциплинирует персонал и позволяет получить достоверную информацию об энергопотреблении, а часто и экономии за счет повышения точности учета. Появляется возможность точного сведения балансов, определения мест повышенных потерь и выявления неучтенных потребителей. Только на этом экономия электроэнергии может составить до 10% [12]. Конечная цель внутриводского учета – создание автоматизированной системы контроля и учета энергоносителей (АСКУЭ) в целом по предприятию. Создание такой системы особенно актуально при односменной работе, например позволяет снижать расход теплоносителя в ночной период, в выходные дни и т.п.

4. Для расчёта использовался метод сквозного энергетического анализа [12]. Рассчитывались энергетические балансы предприятия и отдельных крупных подразделений. Особенно целесообразно построение энергобалансов на основании данных инструментального учета [13]. Ниже приведены результаты расчета сводного энергетического баланса одного из предприятий ЛПК, которые представлены в виде диаграммы (рисунок).

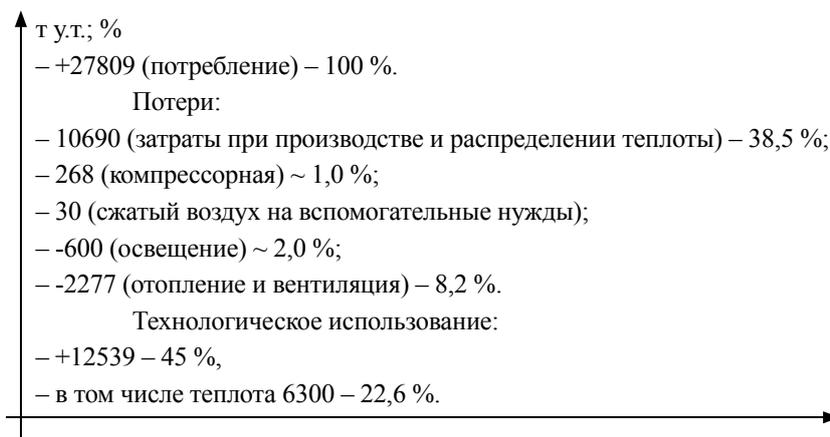


Диаграмма энергетического баланса предприятия ЛПК
LPC Enterprise Energy Balance Chart

Из диаграммы видно, что потери на преобразование топлива составили 38,5 %. При этом основная статья расхода этой теплоты лишь $8,2 + 22,6 = 30,8$ % от всего объема потребления энергии на предприятии. Подобная ситуация на большинстве предприятий ЛПК и других энергоемких отраслей. Одна из причин такой ситуации – отсутствие комбинированной выработки тепловой и электрической энергии.

5. Подготовка пособий по энергетическому менеджменту для персонала предприятия. Следует отметить, что подобные методические материалы используются на многих зарубежных предприятиях [6, 13].

6. Приобретение, освоение и регулярное использование переносных анализаторов для выявления мест значительных потерь, восстановления режимов работы оборудования. Возможные виды такого оборудования:

- контактные и инфракрасные цифровые термометры;
- анализаторы электропотребления и др.

Следует отметить, что даже при наличии электросчетчиков не всегда легко получить график локальной нагрузки потребления. Анализатор электропотребления позволяет решить эту задачу.

7. Как было показано выше, на обследуемом предприятии может быть значительное снижение потребления топлива путем его расширенного использования. Вариант такого подхода возможен на примере перехода на когенерационные установки по выработке тепловой и электрической энергии [6, 13].

Как видно из приведенной выше схемы энергетического менеджмента предприятия, он формируется на нескольких уровнях.

Определение энергетических показателей и их использование при прогнозировании ситуаций развития производства (этап 1 предлагаемой системы). Уровень подготовки принятия управленческих решений.

Мониторинг потребителей энергоресурсов и составление энергетических балансов с вы-

явлением объемов целевого использования энергоресурсов (технологического, энергетического и др.) и определение потерь (этапы 2, 3, 4). Уровень балансовых разработок по цехам и технологическим процессам.

Развитие собственной методической и приборной базы для выявления мест значительных потерь, разработки технологических регламентов энергоэффективной работы оборудования (этапы 5, 6). Поагрегатный уровень.

Выявление и освоение прогрессивных схем комплексного использования топлива, вторичных отходов и др. (этап 7). Уровень системных решений.

В предлагаемой схеме энергетического мониторинга с использованием методов энергоанализа существенно возрастает роль энергетических обследований (энергоаудитов). Целесообразна разработка плана энергоаудита каждого предприятия, так как технологическая схема выполнения энергетического обследования во многом определяется типом обследуемого предприятия, его отраслевой принадлежностью (видом экономической деятельности). Вызвано это тем, что определение типа предприятия позволяет выбрать объекты для сравнения. В упрощенном виде все предприятия можно разделить на два типа:

- производители монопродукта, т.е. один из видов товара, производимых на предприятии, является определяющим. Этот продукт и выбирается объектом для сравнения;

– производители разнообразных товаров. Но и здесь в большинстве случаев есть общий объект для сравнения – исходный сырьевой ресурс. Особенно это характерно для ЛПК. Подавляющее большинство предприятий – производители монопродуктов (фанера, древесина деловая и т.п.). И всех их связывает общий сырьевой ресурс – древесина. В связи с этим они объединены и общими формами статистической отчетности [14]. При этом большинство из них являются предприятиями с полным лесопромышленным технологическим циклом, но при этом производящими в основном один вид товара, например фанеру, но разнообразного по своему сортаменту.

Другим важным фактором, влияющим на схему энергоаудита, являются его цели, которые весьма разнообразны [4, 5]:

- эффективность использования ТЭР;
- качество энергоснабжения;
- надежность энергоснабжения;
- приведение конкретного энергообъекта в соответствие с предъявляемыми к нему требованиями и др.;
- первичное или очередное обследование.

В последнем случае основная цель энергоаудита – это эффективность использования ТЭР как поступающих со стороны, так и получаемых в виде отходов. Энергоэффективность напрямую связана с экономическими показателями деятельности предприятия. Несмотря на то, что

удельные показатели энергопотребления складываются из фактических объемов используемых энергоресурсов на многочисленных рабочих местах, где применяется самое различное технологическое оборудование, в нашем случае все эти энергетические потоки объединены общим объемом для сравнения в виде определяющей продукции.

Обратимся к современным технологиям энергоаудита [15]. Следует выделить три наиболее распространенных подхода к проведению в отечественной практике энергетических обследований.

1. Продуктовый подход, когда определяются расходы энергоресурсов по каждому типу оборудования и даются соответствующие рекомендации. Именно такой подход во многом и используется при обследовании предприятий в соответствии с существующими правилами [4, 5].

2. Выбор ведущего критерия. Основан на определении удельных энергетических показателей предприятия в целом и его подразделений и/или крупных энергетических потребителей (оборудования). Дается сравнение с нормативными, лучшими отраслевыми показателями и т.п. Варианты ведущих критериев приведены выше и рассмотрены в [2, 3, 8, 9].

Следует отметить, что в современной Германии [16] используется следующий показатель – относительный: темпы роста энергоэффективности должны опережать темпы роста энергопотребления. В какой-то мере это

аналог энергетической стоимости продукции [9].

Поэтому целесообразно провести параллельную оценку эффективности деятельности предприятия и по этому показателю. При этом в качестве показателя энергоэффективности следует использовать также производственную энергоемкость, так как этот показатель рекомендован в национальном стандарте [11]. То есть имеют место два ведущих критерия. В этом случае потребуется определение удельных энергетических показателей предприятия (производственных энергоемкостей), а также сравнение темпов роста энергоэффективности и энергопотребления.

Смешанный подход подразумевает использование принципа «ведущего критерия» и «продуктовой схемы», особенно если есть оборудование или «узкие места», где имеются или могут быть явные энергетические потери.

В нашем случае при наличии или формировании на предприятии системы энергетического менеджмента определяющим технологическим приемом обследования должен быть один или два ведущих критерия. Одним из них в большинстве случаев должна быть производственная энергоемкость изготовления определяющей продукции, так как этот показатель энергоэффективности интегрирован также и по уровням управления [11]. Продуктовый подход следует ограничить оценкой выполнения программы энергосбережения предприятием.

При ее отсутствии результативность работ по энергосбережению следует оценивать по итогам выполнения рекомендаций, предложенных по результатам предыдущего энергоаудита.

Выводы

1. В существующих условиях важнейшим критерием обеспечения конкурентоспособности большинства промышленных предприятий является создание

устойчивой системы энергетического менеджмента.

2. В качестве основной методической базы здесь предлагается к использованию энергетический (или энергоэкологический) анализ, основанный на расчете топливно-технологического числа для промышленной продукции различных отраслей.

3. В связи с возрастанием роли энергетической стоимости производства целесообразен пересмотр

существующих нормативных материалов по проведению энергетических обследований организаций с использованием таких показателей, как энергетическая стоимость производства и отдельных технологических переделов, производственная энергоемкость изготовления продукции и динамика указанных выше показателей. Основу расчетов этих показателей составляет метод сквозного энергетического анализа.

Библиографический список

1. Об энергосбережении : Федеральный закон № 28-ФЗ : принят 03.04.1996 (с изменениями от 5 апреля 2003 года Федеральный закон от 05.04.2003 № 42-ФЗ). – URL: <https://legalacts.ru> (дата обращения: 22.04.20).
2. Данилов, Н. И. Региональная энергетическая политика : учебное пособие / Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков, Ю. К. Столбов. – Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2007. – 77 с.
3. Лисиенко, В. Г. Хрестоматия энергосбережения : справочное издание. В 2 книгах / В. Г. Лисиенко, Я. М. Щелоков, М. Г. Ладыгичев. – Москва : Теплоэнергетик, 2002. – Кн. 1. – 688 с.; Кн. 2. – 768 с.
4. Правила проведения энергетических обследований организаций : утверждены приказом Министерства энергетики РФ от 25.03.1998 г. – URL: <https://legalacts.ru> (дата обращения: 22.04.20).
5. Рекомендации по проведению энергетических обследований (энергоаудита) : утверждены приказом Минпромэнерго РФ от 04.07.2006 № 141. – URL: <https://legalacts.ru> (дата обращения: 22.04.20).
6. Энергетический менеджмент : Руководство по энергосбережению концерна Du Pont (США). – Нижний Новгород : Чувашия, 1997. – 223 с.
7. Анисимова, Т. Ю. Особенности построения системы энергетического менеджмента на промышленных предприятиях / Т. Ю. Анисимова // Известия вузов. Проблемы энергетики. – 2007 – № 3–4. – С. 94–99.
8. Щелоков, Я. М. Энергетика как зеркало экономики / Я. М. Щелоков // Энергоназор и энергобезопасность. – 2006. – № 1. – С. 50–51.
9. Троицкий, А. А. Энергоэффективность как фактор влияния на экономику, бизнес, организацию энергосбережения / А. А. Троицкий // Электрические станции. – 2005. – № 1. – С. 11–16.
10. Сценарные условия социально-экономического развития РФ на 2008 год и на период до 2010 года и предельные уровни цен (тарифов) на продукцию (услуги) субъектов естественных монополий на 2008 год. – Москва : Минэкономразвития РФ, 2007 (февраль). – 20 с.
11. ГОСТ Р 51541-99. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения. – Москва : Госстандарт РФ, 2000. – 7 с.
12. Авдеева, В. С. Классификация систем машин на лесосечных работах / В. С. Авдеева, Е. А. Газеева // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XV Всероссийской научно-технической конференции / Минобрнауки России, Уральский государственный лесотехнический университет ; Уральское отделение секции наук о лесе РАЕН, Ботанический сад УрО РАН ; Уральский лесной технопарк. – Екатеринбург, 2019. – С. 3–6. – URL: <http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/8185/1/nt-19-001.pdf>
13. Руководство по повышению энергоэффективности в пищевой промышленности. – Москва : ДЕНА ; ЦЭНЭФ, 2002. – 188 с.

14. Россия: Экономическая конъюнктура. Информационно-аналитический сборник. Итоги 2006 г. – Москва : Центр экономической конъюнктуры при Правительстве РФ, 2007. – 306 с.
15. Сучков, В. И. Современные технологии профессионального энергоаудита / В. И. Сучков, Д. В. Сенковский // Энергослужба предприятий. – 2006. – № 62. – С. 42–44.
16. Muller, M. Die Energiepolitik der Bundesregierung / M. Muller // Kalte und Klimatechn. – 2006. – № 7. – S. 16–17.

Bibliography

1. On energy saving : Federal Law : No. 28-ФЗ : 03.04.1996 (as amended on 5 April 2003 – Federal Law No. 42-FZ of 05.04.2003). – URL: <https://legalacts.ru> (Date of request: 22.04.20).
 2. Danilov, N. I., Regional Energy Policy : Tutorial / N. I. Danilov, Y. M. Shchelokov, Yu. K. Kolov. – Yekaterinburg : UGTU-UPI, 2007. – 77 p.
 3. Lisienko, V. G. Chrestomatia of energy saving : reference edition in 2 books / V. G. Lisienko, Y. M. Shchelokov, M. G. Ladygichev. – Moscow : Heatpower engineering specialist, 2002. – Prince 1. – 688 p; Prince 2. – 768 p.
 4. Rules for conducting energy surveys of organizations. : Are approved by the order of the Ministry of Energy of the Russian Federation of 25.03.1998. – URL: <https://legalacts.ru> (Date of request: 22.04.20).
 5. Recommendations for energy surveys (energoaudite). Approved by Order of the Ministry of Industry and Energy of the Russian Federation No. 141 of 04.07.2006. – URL: <https://legalacts.ru> (Date of request: 22.04.20).
 6. Power management. Du Pont Energy Conservation Guide (USA). – Nizhny Novgorod : Prod. Chuvashia, 1997. – 223 p.
 7. Anishimova, T. Yu. Peculiarities of energy management system construction at industrial enterprises / T Yu. Anishimova // News of higher education institutions. Power problems. – 2007. – № 3–4. – P. 94–99.
 8. Shchelokov, Y. M. Energy as a mirror of economy / Y. M. Shchelokov // Energonadzor and energy security. – 2006. – № 1. – P. 50–51.
 9. Trinity, A. A. Energy efficiency as a factor of influence on economy, business, organization of energy saving / A. A. Trinity // Electric stations. – 2005. – № 1. – P. 11–16.
 10. Scenario conditions of social and economic development of the Russian Federation for 2008 and for the period up to 2010 and limit levels of prices (tariffs) for products (services) of subjects of natural monopolies for 2008. – Moscow : Ministry of Economic Development of the Russian Federation, 2007 (February). – 20 p.
 11. GOST R 51541-99. Energy saving. Power efficiency. Structure of indicators. General provisions. – Moscow : Gosstandart of the Russian Federation, 2000. – 7 p.
 12. Avdeeva, V. S. Classification of machine systems in forest works / V. S. Avdeeva, E. A. Gazeeva // Scientific creativity of young people – forest complex of Russia: materials of the XV All-Russian Scientific and Technical Conference / Ministry of Education and Science of Russia, Ural State Forestry University; Ural Department of Forest Sciences Section RAEN, Botanical Garden of UrO RAS; Ural Forest Technopark. – Yekaterinburg, 2019. – P. 3–6. – URL: <http://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/8185/1/nt-19-001.pdf>
 13. Guidance on improving energy efficiency in the food industry. – Moscow : DENA; TSENEF, 2002. – 188 p.
 14. Russia : Economic environment. Information and analytical collection. Results of 2006. – Moscow : Center of Economic Situation under the Government of the Russian Federation, 2007. – 306 p.
 15. Suchkov, V. I. Modern technologies of a professional energy audit / V. I. Suchkov, D. V. Senkovsky // Power service of the enterprises. – 2006. – № 62. – P. 42–44.
 16. Muller, M. Die Energiepolitik der Bundesregierung / M. Muller // Kalte und Klimatechn. – № 7. – S. 16–17.
-

УДК 004.046

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ УГЛЕДОБЫЧЕ

Е. В. АНЯНОВА – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры прикладной информатики,
тел.: 89122506996
e-mail: anyanova2010@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
620100, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37,

Ключевые слова: механизм принятия решений; функциональная модель; технологический процесс; рекультивация нарушенных земель; естественное зарастание терриконов.

Статья направлена на разработку и совершенствование методов получения и обработки информационно-аналитической информации для задач лесного хозяйства. Совершенствование анализа управления и механизмов принятия решения эффективно с помощью технологии IDEF3. Основным содержанием работы являются теоретические и прикладные исследования системных логических связей и закономерностей функционирования объектов при естественном зарастании терриконов. Определены механизм и модель управления первичной информацией, которая обрабатывается, преобразуется для исследования в сложных социально-экологических системах нарушенных земель с целью повышения эффективности и надежности их функционирования, а именно разрабатываются практические рекомендации по ускорению восстановительных процессов нарушенных земель при угледобыче. Представленные механизмы управления позволяют повысить эффективность естественного зарастания нарушенных земель при угледобыче. Сформирована модель IDEF3, описывающим определенную логическую последовательность изучения естественного зарастания нарушенных земель. Данный метод позволяет определить дальнейшие действия исследователя, что является неким алгоритмом, описывающим последовательность выявления лучших условий для зарастания нарушенных земель. Механизм построения моделей учитывает особенности зонально-климатических условий, географического положения исследуемых объектов, накопления и перераспределения снега, состава почв земель. Методология IDEF3 является стандартом технологического процесса и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования сценария процесса восстановления земель. С помощью разработанного анализа и алгоритма способов исследования естественного зарастания нарушенных земель созданы методические подходы выявления лучших условий для зарастания терриконов, позволяющие подойти к решению фундаментальной проблемы восстановления земель в лесном хозяйстве.

IMPROVEMENT OF METHODS FOR OBTAINING AND PROCESSING INFORMATION FOR NATURAL OVERGROWTH OF DISTURBED LANDS DURING COAL MINING

E. V. ANYANOVA – candidate of agricultural sciences, assistant professor,
phone: 89122506996, e-mail: anyanova2010@yandex.ru

FSBEE HE «Ural state forestry university»,
620100, Russia, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

Keywords: decision-making mechanism; functional model; technological process; reclamation of disturbed lands; natural overgrowth of waste areas.

The article is aimed at developing and improving methods of obtaining and processing information and analytical information for forestry tasks. Improved management analysis and decision-making mechanisms are effective through IDEF3 technology. The main content of the work is theoretical and applied research of systemic logical connections and patterns of functioning of objects in natural growth of terricons. The mechanism and model of management of primary information, which is processed, transformed for research in complex socio-ecological systems of disturbed lands, is defined in order to increase efficiency and reliability of their functioning, namely development of practical recommendations for acceleration of restoration processes of disturbed lands in coal mining. The presented control mechanisms make it possible to increase the efficiency of natural growth of disturbed land during coal mining. A IDEF3 model is formed describing a certain logical sequence of studying the natural growth of disturbed lands. This method allows to determine further actions of the researcher, which is some algorithm describing the sequence of identification of the best conditions for growth of disturbed lands. The mechanism of model construction takes into account the peculiarities of zone-climatic conditions, geographical location of the investigated objects, accumulation and redistribution of snow, composition of land soils. The IDEF3 methodology is a process standard, and provides tools for visual research and modelling of the land restoration process scenario. With the help of the developed analysis and algorithm of methods of investigation of natural growth of disturbed lands, methodological approaches have been developed, identification of the best conditions for growth of terricons and allowing to approach the solution of the fundamental problem of land restoration in forestry.

Введение

Совершенствование методов получения и обработки информации для естественного зарастания при угледобыче состоит в разработке новых механизмов и моделей управления объектами исследования. Методы процесса исследования позволяют максимально сократить затраты на восстановление нарушенных земель. Механизмы формирования модели IDEF3 и ее уровни сценария определяются условиями описания последовательности изменений свойств объекта исследования. В связи с большим объемом анализируемой информации целесообразно применять функциональное моделирование, информационные модели, позволяющие в совокупности formalизовать разработку новых технологий, что значительно облегчает проведение полевых, аналитических работ. Определе-

ны новый механизм ориентации на исследуемых землях и модель управления первичной информацией с целью повышения эффективности и надежности их функционирования. В данном исследовании совершенствуется информационно-аналитический анализ с помощью модели IDEF3 для построения технологического процесса определения дальнейших действий на исследуемой области, которые описывают весь необходимый алгоритм с точностью, достаточной для конструктивного моделирования процесса восстановления земель при угледобыче. Методология IDEF3 является стандартом технологического процесса функционального проектирования и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования сценария естественного зарастания нарушенных земель [1–3].

Цель, задачи, методика исследования

Цель заключается в представлении последовательности действий, характеристик, рекомендаций определения факторов, влияющих на зарастание нарушенных земель.

Задачи, поставленные исследователем:

- анализ информации, т.е. обработка различных выборок информации, сделанных при исследовании нарушенных земель;
- изучение закономерностей естественного зарастания нарушенных земель при угледобыче;
- разработка модели технологического процесса рекомендаций для естественного зарастания, а также для дальнейшего использования объектов исследования.

Для ускорения процесса естественного зарастания земель, а также для дальнейшего их

использования применялась методология IDEF3, которая является стандартом технологического процесса и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования сценария процесса [4, 5].

Модель IDEF3 технологического процесса естественного зарастания терриконов строится с учетом особенностей зонально-климатических условий на исследуемых терриконах. От накопления и перераспределения снега зависят промерзание грунтов и впоследствии естественное зарастание терриконов травянистой и древесной растительностью, состав почв (присутствуют аргиллиты, алевролиты, песчаники и известняк с включениями угля) и возможность использовать их ресурсный потенциал для достижения приемлемого уровня экологической нагрузки и максимального возврата ресурсного цикла [6].

С позиций функционального подхода и методологии ресурсного управления при разработке стратегии обращения с ранее накопленными материалами необходима их комплексная оценка как алгоритма действий, в которых зарастание отвалов является предметом исследования при определенных условиях экспозиции, крутизны склона, плодородия почв, накопления снега.

Терриконы в силу заложенности в них ресурсного потенциала являются источником сырья, в частности берется грунт для отсыпки дорог, а также для использования в смесях производства шлакоблоков.

Механизмы формирования модели IDEF3 и ее уровни сценария определяются условиями описания последовательности изменений свойств объекта исследования, их качественными и количественными характеристиками, условиями их географического положения. На выбор стратегии алгоритма обработки с ранее накопленными материалами влияют различные факторы – социально-экономические, экологические, технико-технологические, климатогеографические и др., которые определяют возможность реализации модели, разработанной на основе выбранной алгоритмической стратегии управления естественным зарастанием, и ее использования в комплексе социально-экономического развития территории. Формируемая модель IDEF3 описывает определенную логическую последовательность изучения естественного зарастания терриконов и позволяет определить дальнейшие действия исследователя, что является неким алгоритмом, описывающим последовательность выявления лучших условий для зарастания терриконов.

Нами предложен алгоритм обработки ранее накопленной информации, основанный на методологии IDEF3, с учетом местных климатогеографических условий, накопления снега, состава почв отвалов, крутизны склонов, с возможностью социально-экономического развития восстанавливаемых территорий.

Предлагаемая методология выбора алгоритма действий опи-

сывает определенный порядок оценивания лучшего зарастания террикона и определяет рекомендации для естественного зарастания терриконов угольной промышленности (рис. 1).

Данную диаграмму читаем следующим образом: на терриконе определяем экспозицию, крутизну склона, затем перекресток с префиксом J1, обозначающий тип «асинхронное соединение ИЛИ» – это значит, что предшествующий процесс завершен, а одно или несколько следующих действий должны быть запущены. Если северная или восточная экспозиция склона, то перекресток J2 – «асинхронное соединение ИЛИ» – или подъем к плато, или нижняя часть отвала. На подъеме к плато снижено естественное возобновление, из-за сильных ветров происходит выдувание снега, в связи с этим минимальное увлажнение грунта, занижено плодородие почв.

В нижней части и у подножия отвала образуется древостой, где устанавливаются лучшие экологические и эдафические условия для приживания и роста древесной растительности. Происходит лучшее естественное зарастание травянистой и древесно-кустарниковой растительностью. Перекресток J3 – тип «эксклюзивное соединение ИЛИ» – обозначает, что только одна предшествующая работа должна быть завершена, прежде чем сможет начаться только одна следующая работа.

Диаграмма IDEF3 верхнего уровня позволяет детализировать



Рис. 1. Диаграмма IDEF3

Fig. 1. Diagram

этапы последующей разработки технологии естественного зарастания терриконов методами декомпозиции входящих в нее

отдельных процессов и процедур.

Исследования по этим этапам ведутся по методическим схемам

декомпозиции верхнего уровня, некоторые из них представлены на рис. 2–4.

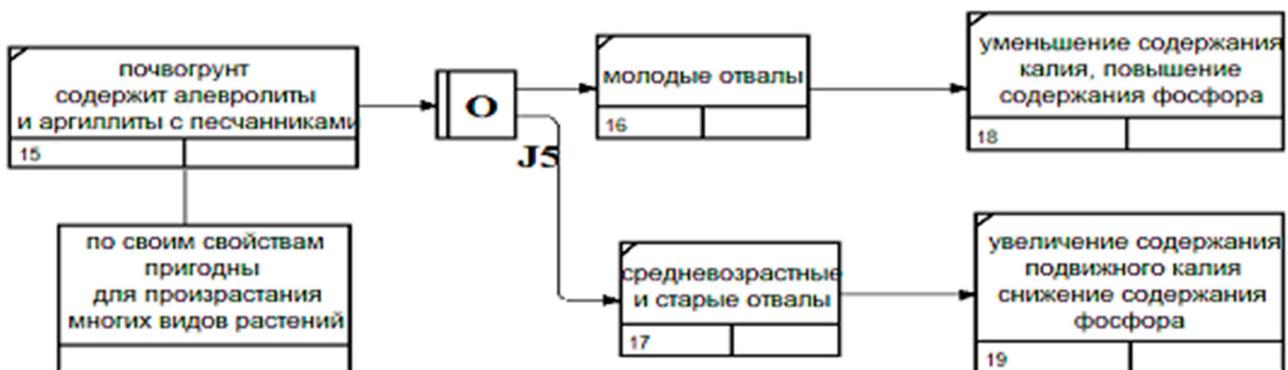


Рис. 2. Декомпозиция верхнего уровня процесса определения экспозиции склона, плодородия почв

Fig. 2. Decomposition of the upper level of the process for determining slope exposure and soil fertility

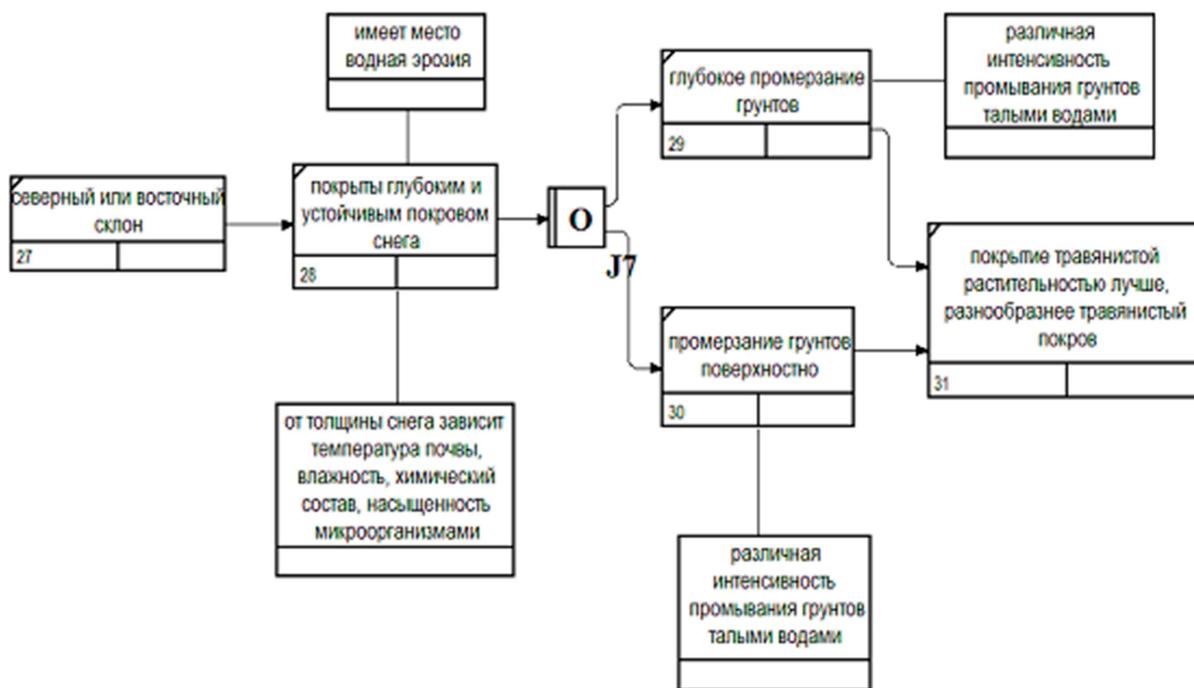


Рис. 3. Декомпозиция верхнего уровня исследований на северной или восточной экспозиции склона

Fig. 3. Decomposition of top-level studies on Northern or Eastern slope exposures

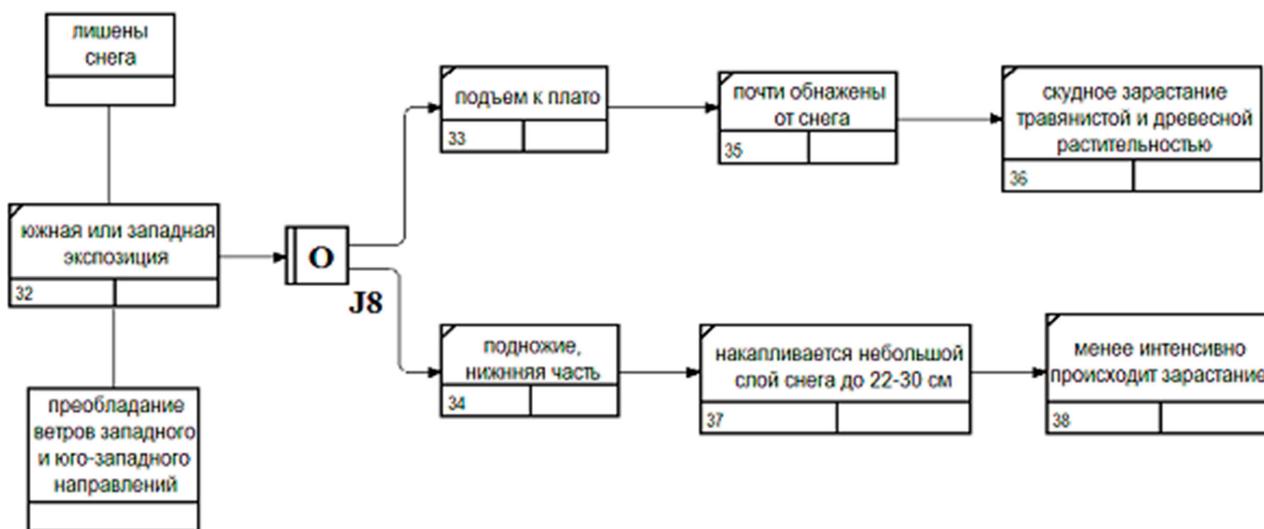


Рис. 4. Декомпозиция верхнего уровня исследований на южной или западной экспозиции склона

Fig. 4. Decomposition of top-level studies on northern or eastern slope exposures

Результаты и их обсуждения

В функциональных блоках диаграммы алгоритма последовательно на основе визуальной оценки экспозиции, скло-

нов, ресурсного потенциала производится с учетом ранее полученной информации, изложенной в диссертации Микрюковой Е. В. «Динамика естественного зарастания отвалов

угледобычи на Среднем Урале» [7], достижение целевых показателей:

- достичь некоторого уровня вовлечения в ресурсный цикл терриконов;

– обеспечить возврат в сельскохозяйственное использование территории;

– достичь улучшение экологической обстановки и сформировать в будущем высокопроизводительные насаждения.

В настоящее время недостаточно полно разработаны методические подходы алгоритма, выявляющего лучшие факторы для естественного возобновления на терриконах Свердловской области. Выбор и разработка технологии выявления факторов, влияющих на естественное зарастание терриконов, основаны на конкретных эмпирических исследованиях или анализе и обобщении результатов практических действий, достаточных для решения фундаментальных задач.

Вместе с тем до настоящего времени отсутствуют алгоритмы

разработки процессов восстановления земель и естественного зарастания терриконов в целях извлечения заложенного в них ресурсного потенциала. Из сопутствующих областей науки и техники известно, что при правильном выборе направления восстановления земель возможно получение естественного возобновления, которое не является альтернативой лесной рекультивации, а способом более полного использования восстановительных природных возможностей.

Выводы

Разработанная модель и ее декомпозиция позволяют улучшить анализ материалов, полученных в диссертации Е. В. Микрюковой, посредством систематизации, описания всех необходимых действий для процесса есте-

ственного зарастания нарушенных земель при угледобыче. Модель позволяет наглядно увидеть закономерности зарастания. Предложенная функциональная модель технологического процесса для управления действиями естественного зарастания земель способствует описанию определенного порядка оценивания лучшего зарастания.

IDEF3-модель как алгоритм действий технологического процесса естественного зарастания терриконов основана на комплексной оценке определенных условий экспозиции, крутизны склона, плодородия почв, накопления снега, давности отсыпки.

Разработаны методические подходы, позволяющие подойти к решению фундаментальной проблемы естественного зарастания нарушенных земель.

Библиографический список:

1. Бахтизин, В.В. Структурный анализ и моделирование в среде CASE-средства VPwin : учебное пособие по курсу технология проектирования программ / В. В. Бахтизин. – Москва : БГУИР. – 2002. – 307 с.
2. Овчинникова, Е.В. Моделирование бизнес-процессов с помощью AllFusion Process Modeler : учебно-методическое пособие по моделированию бизнес-процессов / Е. В. Овчинникова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2007. – 101 с.
3. Фаулер, М. Основы UML : 3-е издание / М. Фаулер; перевод с английского. – Санкт-Петербург : Символ Плюс, 2004. – 192 с.
4. Анянова, Е. В. Системный анализ и компьютерное моделирование процесса восстановления земель при угледобыче / Е. В. Анянова, М. П. Воронова, Кох Е. В. // Науковедение : интернет-журнал. – 2017. – Том 9. – № 6. – 135 с.
5. Анянова, Е. В. Системный анализ закономерностей естественного зарастания земель, нарушенных при угледобыче : учебное пособие / Е. В. Анянова, М. П. Воронов, В. П. Часовских. – Екатеринбург : Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2018. – 93 с.
6. Вендров, А. М. CASE-технологии. Современные методы и средства проектирования информационных систем : учебное пособие / А. М. Вендров. – Москва : Финансы и статистика, 1998. – 176 с.
7. Микрюкова, Е. В. Динамика естественного зарастания отвалов угледобычи на Среднем Урале : 06.03.03 : диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Микрюкова Е. В. ; Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург : [Б. и.], 2006. – 100 с.

Bibliography

1. Bakhtizin, V. V. Structural analysis and modeling in the CASE environment-bpwin tools: textbook. manual for the course technology of program design / V. V. Bakhtizin. – Moscow : BGUIR, 2002. – 307 p.
 2. Ovchinnikova, E. V. Modeling of business processes with the help of AllFusion Process Modeler / E. V. Ovchinnikova // Educational and methodological manual for modeling business processes. – Yekaterinburg : USGS, 2007. – 101 p.
 3. Fowler, M. Fundamentals of UML : 3rd edition. / M. Fowler, Saint Petersburg: Symbol Plus. – 2004 – 192 p.
 4. Anyanova, E. V. System analysis and computer modeling of land restoration process in coal mining / E. V. Anyanova, M. P. Voronova, Koch, E. V. // Science of science Internet journal. – 2017. – Vol. 9. – № 6.– 135 p.
 5. Anyanova, E. V. System analysis of regularities of natural overgrowth of lands disturbed during coal mining : Textbook / E. V. Anyanova, M. P. Voronov, V. P. Chassovkikh. – Yekaterinburg : Ural state forest engineering univ., 2018. – 93 p.
 6. Vendrov, A. M. CASE-technology. Modern methods and design tools of information systems : Proc. manual / A. M. Vendrov. – Moscow : Finance and statistics, 1998. – 176 p.
 7. Mikryukova, E. V. Dynamics of natural overgrowth of coal mining dumps in the Middle Urals : dis. ... candidate of agricultural Sciences : 06.03.03: protected 26.05.06 / E. V. Mikryukova ; Ural state forest engineering un-t. – Yekaterinburg : [B. I.], 2006. – 100 p.
-