

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ»
(ФГБОУ ВПО «СГГА»)

IX Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2013

Международная научная конференция

**ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО
ВОСТОКА. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ,
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ЛЕСОУСТРОЙСТВО,
УПРАВЛЕНИЕ НЕДВИЖИМОСТЬЮ**

Т. 4

Сборник материалов

Новосибирск
СГГА
2013

УДК 332
С26

Ответственные за выпуск:

Доктор экономических наук, профессор,
член-корреспондент РАН, заместитель директора Института экономики
и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск

В.И. Суслов

Директор Западно-Сибирского филиала государственной инвентаризации лесов
ФГУП «Рослесинфорг», Новосибирск

В.В. Перекальский

Директор Института кадастра и геоинформационных систем СГГА, Новосибирск

Д.Н. Ветошкин

Доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности СГГА, Новосибирск

В.И. Татаренко

Кандидат технических наук,
старший преподаватель кафедры кадастра СГГА, Новосибирск

О.И. Малыгина

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр., 15–26 апреля 2013 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью»: сб. материалов в 4 т. Т. 4. – Новосибирск : СГГА, 2013. – 184 с.

ISBN 978-5-87693-632-5 (т. 4)

ISBN 978-5-87693-630-1

ISBN 978-5-87693-610-3

В сборнике опубликованы материалы IX Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013», представленные на Международной научной конференции «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГГА

Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 332

ISBN 978-5-87693-632-5 (т. 4)

ISBN 978-5-87693-630-1

ISBN 978-5-87693-610-3

© ФГБОУ ВПО «СГГА», 2013

Сборник включен в систему РИНЦ.

ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОХРАНЫ ЛЕСОВ СИБИРИ

Владимир Алексеевич Соколов

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией таксации и лесопользования, тел. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Ольга Петровна Втюрина

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, тел. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Наталья Александровна Борисевич

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, аспирант лаборатории таксации и лесопользования, тел. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Татьяна Константиновна Распопина

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, аспирант лаборатории таксации и лесопользования, тел. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Илья Владимирович Лукьянов

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, аспирант лаборатории таксации и лесопользования, тел. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Рассматриваются проблемы охраны лесов Сибири от пожаров и совершенствование правового обеспечения противодействия незаконным рубкам лесных насаждений.

Ключевые слова: охрана лесов от пожаров, лесопожарная политика, ущерб от пожаров, незаконные рубки, мониторинг лесопользования.

PROBLEMS OF IMPROVEMENT OF FOREST CONSERVATION OF SIBERIA

Vladimir A. Sokolov

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, Bldg. 28, Dr. of Sciences in Agriculture, Professor, Head of the Lab. of Forest Inventory & Forest Utilization, tel. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Olga P. Vtyurina

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, Bldg. 28, Researcher of the Lab. of Forest Inventory & Forest Utilization, tel. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Natalia A. Borisevich

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, Bldg. 28, The post-graduate of the Lab. of Forest Inventory & Forest Utilization, tel. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Tatyana K. Raspopina

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, Bldg. 28, The post-graduate of the Lab. of Forest Inventory & Forest Utilization, tel. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Ilya V. Lukianov

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok, 50, Bldg. 28, The post-graduate of the Lab. of Forest Inventory & Forest Utilization, tel. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Problems of the protection of the Siberian forests from wildfires as well as improvement of legal support of counteraction to illegal felling of forest stands have been considered in the paper.

Key words: forest conservation from fires, forest fire policy, damage from fires, illegal felling, forest exploitation monitoring.

В деле охраны сибирских лесов существуют три основные проблемы: охрана лесов от пожаров, борьба с незаконными рубками лесных насаждений и защита от вредителей леса. В настоящей статье мы рассматриваем первые две проблемы.

Первая проблема. До последнего времени лесопожарная политика России заключалась в активном подавлении всех пожаров, возникающих на доступной для их тушения территории лесного фонда. Она базировалась на признании необходимости сохранения лесов от разрушительного воздействия огня и сокращения ущерба, причиняемого окружающей природной среде и экономике страны. Зона активной охраны охватывала две трети территории лесного фонда. Исключением являлись труднодоступные северные районы Сибири и Дальнего Востока, где лесные пожары не регистрировались и не тушились.

В основу организации охраны лесов закладывалась стратегия гибкого сочетания всех видов лесопожарной профилактики с высокой оперативностью обнаружения и тушения пожаров. Вместе с тем, отсутствие учета горимости лесов за пределами активно охраняемой территории лесного фонда и объективного (инструментального) контроля за размерами и структурой пройденной огнем площади, а также научно обоснованной методики определения экологических последствий лесных пожаров и причиняемого ими экономического ущерба не позволяло реально оценить масштабы лесопожарной проблемы в стране и неизбежно приводило к занижению требуемого уровня противопожарной охраны и необходимых для его обеспечения ассигнований на борьбу с огнем.

Удельные затраты на охрану лесов от пожаров в последние годы составили 0,15 руб. на 1 га общей площади лесного фонда, что крайне недостаточно (в США эти затраты составляют 1,5–2 доллара на 1 га). Выделяемых бюджетных средств хватает, в основном, на осуществление менее половины необходимых мероприятий по организации охраны лесов от пожаров. Из-за резкого снижения финансирования наземная служба лесной охраны оказалась неготовой к резкому повышению объемов работ по обнаружению и тушению пожаров, вызван-

ному ослаблением авиационной охраны лесов. Это привело к росту числа крупных пожаров, затрат на их тушение и размеров наносимого огнем ущерба.

Например, анализ статистических данных по Красноярскому Приангарью выявил, что число пожаров, обнаруженных на площади более 1 га, составляет 50 %. В зоне эпизодического патрулирования некоторые пожары обнаруживали на площади в несколько сотен гектаров и их сразу относили к разряду крупных. Среди других видов обнаружения, альтернативных авиапатрулированию или дополняющих его, следует отметить обнаружение пожаров с помощью космических спутников. Космические методы в настоящее время не позволяют выявлять пожары на достаточно малых площадях и, несмотря на их перспективность, еще не нашли широкого применения в практике лесного хозяйства. На данном этапе они могут использоваться для контроля за горимостью территории и обнаружения пожаров в отдельных малоосвоенных районах, где причины возникновения пожаров преимущественно естественные.

Для обеспечения оптимального функционирования системы охраны лесов требуются новые научно обоснованные решения по организации охраны лесов и более рациональному планированию и эффективному использованию ограниченных финансовых и материальных ресурсов по наиболее приоритетным направлениям лесоохранной деятельности.

Требует серьезной корректировки существующий порядок финансирования противопожарных мероприятий, предусматривающий фиксированные сроки и объемы выделяемых ассигнований. Резкое варьирование горимости лесов и соответственно объемов противопожарных мероприятий по территории страны и периодам пожароопасных сезонов обуславливает необходимость создания гибкой системы финансирования, аналогичной системам финансирования лесопожарных служб США, Канады и ряда других стран, где средства выделяются в нужных объемах и в нужные сроки на основании заявок, а не выполненных объемов работ.

По данным исследований, потери от пожаров составляют от 10–15 % при низовых пожарах слабой интенсивности до 100 % – при низовых пожарах сильной интенсивности и верховых пожарах. В слабо- и среднеповрежденных древостоях отпад продолжается от 2 до 5 лет, а в сильноповрежденных – от 5 до 7 лет. Следовательно, использование древесины, в том числе и для производства биотоплива, необходимо производить в указанные сроки. К сожалению, полное использование древесины невозможно из-за ограничений в транспортной доступности и отсутствия необходимых мощностей в ЛПК.

Априори, возможно использование около 50 % поврежденной пожарами древесины. При сохранении уровня горимости в Приангарском экорегионе Красноярского края использование поврежденной древесины может составить около 6–7 млн. м³ в год, но это при условии своевременного дорожного строительства и льготного отпуска древесины на корню. Не менее половины этого объема можно использовать для лесопиления и плитного производства, остальное – для производства биотоплива, что полностью обеспечит местные потребности в биоэнергетике и вывоз биотоплива за пределы региона.

Ежегодный ущерб от лесных пожаров составляет 5,8 тыс. руб. на 1 га пройденной пожаром площади. Сюда не включены затраты на борьбу с лесными пожарами и величина экологического ущерба, которая пока не поддается расчетам. По оперативным данным, по состоянию на 16.10.2012 г. в Красноярском крае пройдено пожарами 411 тыс. га, минимальный ущерб составил 2,4 млрд. руб.

Многолетняя практика показывает, что простое увеличение финансовых и материальных вложений в охрану лесов от пожаров не приводит к адекватному снижению горимости. Поэтому в новой экономической ситуации при недостатке финансирования и большом разнообразии природно-экономических условий необходим переход на государственном уровне от концепции пожаротушения, предусматривающей обязательную борьбу со всеми возникшими пожарами, к концепции пожароуправления. Эта концепция базируется на принципах приоритетно-выборочной очередности тушения пожаров и предполагает дифференциацию уровней охраны лесов.

Несмотря на актуальность и остроту проблемы лесных пожаров в России – самой лесной стране мира, разработкой ее занимаются очень малочисленные, разрозненные научные силы. К примеру, лаборатория лесной пирологии Института леса СО РАН является единственным специализированным научным подразделением во всей системе Российской академии наук. Ее штат на сегодняшний день составляет всего 11 человек. Поэтому необходимо:

- поддерживать и развивать лесопожарные исследования в системе РАН;
- восстановить отраслевую лесопожарную науку. На огромной территории Сибири был один отраслевой институт лесопожарного профиля (ВНИИ-ПОМлесхоз), который был необоснованно ликвидирован.

Развитие и совершенствование системы охраны леса, переход к политике управления лесными пожарами неразрывно связаны с совершенствованием правового обеспечения, адаптацией его к современным политическим и социально-экономическим условиям.

Что надо сделать в первую очередь?

Необходимо коренным образом переработать Лесной кодекс РФ.

Восстановить лесную охрану в лесничествах с приданием ей необходимых полномочий в сфере организации хозяйства в лесах.

Сформировать четкую систему управления лесными пожарами.

Разделить компетенцию и ответственность за охрану лесов от пожаров между федеральными, региональными и местными органами власти.

Обеспечить законодательно участие населения в профилактике и тушении лесных пожаров.

Создать объективную систему лесопожарного мониторинга, учета лесных пожаров и определения эколого-экономического ущерба от них.

Упорядочить лесное законодательство в части обеспечения коренной смены лесопожарной политики от тотального тушения к профилактике и управлению лесными пожарами.

Усовершенствовать порядок и механизмы финансирования борьбы с лесными пожарами.

Вторая проблема. Рост незаконных лесозаготовок лишь частично связан с реформой лесопромышленного управления. Основными причинами их являются увеличение курса доллара США, сделавшее выгодным экспорт круглого леса, рост безработицы и связанное с этим обнищание населения лесных поселков, пьянство и люмпенизация определенной части населения, живущего за счет продажи вранной древесины, невозможность сменить место жительства из-за дороговизны жилья в городах. При этом выявляется незначительная часть нелегальных заготовок древесины. Побудительные причины незаконного лесопользования неоднократно описаны в СМИ и не зависят от местоположения регионов [1–4]. По экспертным оценкам, размер нелегальных рубок в Красноярском крае достигал 10 % от разрешенного отпуска леса или около 800 тыс. м³ в год.

По данным филиала ФГУП «Рослесинфорг» «Востсиблеспроект», в последние годы фиксируются нелегальные рубки в размере от 50 до 80 тыс. м³ ежегодно.

Противоречивые данные о нелегальных заготовках свидетельствуют о том, что еще много нужно сделать, чтобы выявить истинные размеры, а также устранить их причины.

Местные реалии больше зависят от изменения рыночной конъюнктуры. Банкротство мелких и средних арендаторов приводит к потере рабочих мест и вовлекает местное население в нелегальные рубки леса. Поэтому планируемое строительство новых предприятий ЛПК сможет препятствовать этим процессам, увеличивая число рабочих мест с более высокой зарплатой. Закрепление лесных территорий в долгосрочную аренду неизбежно заставит арендаторов принимать участие в охране своих лесов от незаконных рубок. Причем это будет более эффективной мерой по сравнению с официальным надзором и контролем путем различных рейдов, десантов и постов.

С незаконными рубками необходимо бороться системно. Главным принципом здесь должна быть неотвратимость наказания, причем дифференцированного в соответствии с масштабами таких рубок. Без восстановления системы лесной охраны решение этой проблемы невозможно. Поэтому необходимы изменения в лесном законодательстве.

При разработке национальной лесной политики, которая находится в зачаточном состоянии, необходимо:

- не франко-потолочная оценка леса на корню, а рыночная оценка, основанная на реальных биржевых оптовых ценах, т. е. рентная оценка;
- изменение в распределении лесного дохода (но не лесного налога, как в настоящее время) по бюджетам разных уровней и части его, направляемого на воспроизводство лесных ресурсов в стопроцентном объеме;
- определенная часть лесного дохода должна направляться по целевым статьям в бюджеты муниципальных образований на поддержание социальной обстановки в лесных поселках;

- экологическая составляющая в лесопользовании обязательна для исполнения;
- возрождение системы контроля и учета лесных ресурсов, в том числе и лесоустройства;
- развитие системы мониторинга лесопользования на основе дистанционных методов и ГИС-технологий;
- открытость и доступность данных в сфере лесопользования и охраны лесов.

На региональном уровне предстоит разработка законов и постановлений в области лесопользования, обеспечивающих охрану окружающей среды и сохранение биологического разнообразия. Для этого необходима разработка первоочередных актов в области лесопользования на уровне лесных районов, которая должна быть произведена региональными квалифицированными специалистами под эгидой администраций субъектов РФ. Практика показывает, что разработка этих актов в федеральном центре носит неудовлетворительный характер.

К сожалению, пресловутая вертикаль власти препятствует инициативе с мест. Поэтому необходима определенная «сила воли» со стороны органов управления субъектами РФ для преодоления этой ситуации. Здесь многое зависит от общественного мнения: общественных организаций, ученых и практиков лесного дела, международной кооперации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ефремов Д. Ф. и др. Состояние и масштабы нелегального лесопользования в России. – М., 2011. – 176 с.
2. Лесной комплекс Дальнего Востока России: аналитический обзор, изд. 2-е, пересмотр. и доп. – Хабаровск: РИОТИП, 2008. – 192 с.
3. Соколов В. А., Онучин А. А., Фарбер С.К. и др. Организация устойчивого лесопользования в Красноярском крае. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. – 361 с.
4. Шейнгауз А. С. Незаконные рубки на Дальнем Востоке. – Хабаровск, ДальНИИЛХ, 2005.

© В.А. Соколов, О.П. Втюрина, Н.А. Борисевич,
Т.К. Распопина, И.В. Лукьянов, 2013

ВЫЖИВАЕМОСТЬ КУЛЬТУР СОСНЫ ПОСЛЕ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ В ПРИОБСКИХ БОРАХ

Юрий Никандрович Ильичёв

Западно-Сибирский филиал Института леса СО РАН, 630082, Россия, г. Новосибирск, аб. ящик 45, ул. Жуковского 100/1, старший научный сотрудник, тел. (383)227-33-30, e-mail: ynil@mail.ru

Приведены результаты исследований о выживаемости после низовых пожаров культур сосны старшего возраста. Показано, что выживаемость культур сосны зависит от расположения на рельефе, высоты саженцев и технологии создания культур.

Ключевые слова: культуры сосны, низовые пожары, выживаемость.

SURVIVAL RATE OF PINE AFTER DOWNSTREAM FIRES IN THE PRIOB PINWOODS

Jury N. Ilyichev

The West-Siberian branch of the Forest V.N. Sukachev SB RAS, 630082, Russia, Novosibirsk, mail box 45, street Zukovsky, 100/1, the senior scientific employee, tel. (383)227-33-30, e-mail: ynil@mail.ru

The results of studies after downstream fires of pine cultures older. It is shown downstream fires of pine cultures older. It is shown that the survival rate of pine cultures depends on an arrangement on a relief, altitude plants and technology of development cultures.

Key words: pine culture, downstream fires, the survival.

Изучение жизненного состояния лесных культур, попавших в зону пожара, имеет важное значение для планирования после пожарных лесовосстановительных работ. Это позволяет вскрыть структуру прогоревших культур и разделить их на погибшие, нуждающиеся в ремонте, способные восстановиться участки, что сократит объёмы лесовосстановительных работ и затраты на них.

На первом этапе нами было исследовано состояние молодых (1-5-летних) культур сосны после низовых пожаров [1].

В настоящей статье приводятся материалы 2-го этапа изучения пожароустойчивости более старых (9-15-летних) культур, повреждённых пожарами 1997 и 2006 годов, заложенных на вырубках разных типов леса в условиях ложбинно - гривного рельефа Среднеобского бора.

Изучались культуры сосны созданные по разным технологиям: 9-летние по полосам КРП – 2,5; 13-летние сближенными рядами на площадках со сплошной обработкой почвы; 15-летние по полосам КРП – 2,5 с размещением 5×0,9 м; различающиеся условиями местопроизрастания; различающиеся по высоте и возрасту.

При исследовании использовались базовые методики [4,5]. Для детального исследования отобрано 5 характерных участков площадью 45,2 га. Деталь-

ные исследования культур с разделением саженцев по категориям жизненного состояния проводились в учётных рядах, равномерно расположенных по площади в пределах разных форм мезорельефа. Сохранность определялась: на начало пожара – от проектной численности, после пожара – от численности на начало пожара.

Визуальная оценка послепожарного состояния культур сосны показала, что основными факторами влияющими на выживаемость культур являются: мезорельеф; высота (возраст) саженцев; технология создания; густота травяного покрова. Виды повреждения саженцев различные, степень повреждения варьирует от слабой до сильной. В 9-летних культурах с высотой саженцев от 0,8 до 3,5 метров, расположенных на слабо пониженном участке, отмечено среднее повреждение высоких и сильное низких, высотой до 1 метра, саженцев.

В 13-летних культурах, основная часть которых расположена на широкой пониженной ложбине, преобладает сильное повреждение. Выявлено, что в культурах, заложенных сближенными рядами на пониженных участках с густым травяным покровом, низовые пожары переходят в верховые, что приводит к большему повреждению саженцев. На положительных формах рельефа (гривах, склонах) повреждение саженцев меньше.

В 15-летних культурах, заложенных на разных по условиям произрастания участках, повреждение саженцев тоже разное: на гривах и склонах – слабое и среднее; в ложбинах – сильное. Несмотря на то, что в культурах, созданных полосами КРП-2,5, признаков верхового пожара не выявлено, на пониженных участках в учётных рядах сохранились только отдельные деревья, хотя высота саженцев от 4 до 10 метров, то есть на пониженных участках высота саженцев не является определяющим фактором пожароустойчивости культур сосны.

Результаты более детальной оценки состояния культур разного возраста, повреждённых пожарами, показаны в таблице 1.

Выявлено, что количество сохранившихся саженцев на разных элементах мезорельефа изменчиво.

В 9-летних культурах больше всего выжило саженцев в узких межгривных ложбинах и ямообразных понижениях, от 60% до 100%. Высокая сохранность саженцев отмечена и на склонах, в 3-х рядах из 4-х она от 61% до 86%. Максимальная гибель саженцев выявлена на плоских пониженных площадях, здесь доля живых экземпляров на 2-х учётных рядах из 3-х составила 38-41%. На гривах тоже отмечено значительное повреждение, на них живых саженцев 33-50%. Саженцев в категории «сомнительные» на разных элементах рельефа от 10% до 24%. Сохранность культур к началу пожара низкая, 15% от проектной, но сохранность после пожара значительна, 65% от их численности до пожара.

Таблица 1

Состояние прогоревших культур сосны на типичных формах мезорелье-

Кол-во учетных рядов (длина, м)	Мезорельеф	Среднее количество саженцев на элементах рельефа, экз. (%)				Доля живых саженцев, %	Сохранность, экз. (%)
		живые	сомнительные	погибшие	всего		
Культуры 9-летнего возраста							
4(644)	Гривы	7(50)	2(14)	5(36)	14(100)	33-50	<u>558(15)</u> 365(65)
	Склоны	23(66)	8(23)	4(11)	35(100)	33-86	
	Узкие ложбины.	21(66)	3(10)	8(24)	32(100)	60-100	
	Пониженные выположенные участки	28(47)	14(24)	17(29)	59(100)	38-76	
	Ср. по участку, на 1 га	310(55)	110(20)	138(25)	558(100)		
Культуры 13-летнего возраста							
6(696)	Гривы	18(58)	10(32)	3(10)	31(100)	40-78	<u>4055(57)</u> 1928(47)
	Склоны	83(35)	80(33)	76(32)	239(100)	19-77	
	Плоские ложбины	24(8)	58(20)	213(72)	295(100)	0-15	
	Ср. по участку, на 1	897(22)	1062(26)	2096(52)	4055(100)		
Культуры 15-летнего возраста							
5(1056)	Гривы	115(67)	22(13)	33(20)	170(100)	42-86	<u>540(25)</u> 339(63)
	Склоны	37(75)	9(18)	3(7)	49(100)	54-94	
	Плоские ложбины	7(11)	9(14)	50(75)	66(100)	0-15	
	Ср. по участку, на 1	30(56)	76(14)	163(30)	540(100)		

Примечание: В числителе - к началу пожара, в знаменателе - после пожара

В 13-летних культурах выживаемость саженцев на разных элементах рельефа также изменчива. Наилучшая выживаемость отмечена на гривах, в среднем 40-55%, при максимальной 78%, а наибольшая гибель на плоских ложбинах, на них доля живых саженцев не превышает 15%. Количество «сомнительных» саженцев больше чем в 9-летних культурах, в среднем по участку 26%, что даёт надежду на частичное восстановление и повышение выживаемости культур. Высокая сохранность культур к началу пожара 2006 года, составившая 57%, показывает, что участок не попал под воздействие пожара 1997 г., но от пожара 2006 г. культуры существенно пострадали. Сохранность после пожара составила 47%. Несмотря на это, сохранившиеся саженцы в количестве 1928 шт. со средней высотой 6 м., способны на гривах и склонах сформировать сосновое насаждение. На широких плоских ложбинах, где сохранность до 15%, потребуется закладка сплошных культур.

В 15-летних культурах выживаемость на участках с разными условиями произрастания, также жёстко связана с мезорельефом. Сохранность саженцев больше на гривах и склонах, где она в пределах 42-86% и 54-94% соответственно. Самая низкая выживаемость в плоских ложбинах, на них сохранность не более 15%, при этом в 2-х рядах из 3-х, расположенных в ложбине, отмечена 100% гибель культур. Доля «сомнительных» саженцев достигает 20% при средней по участку 14%, что в 2 раза меньше, чем в 13-летних культурах. Отмечена низкая сохранность культур к началу пожара 2006 г, она на уровне 15-30%. Возможно, это следствие попадания 15-летних культур под воздействием пожара 1997 г., но это лишь предположение, из-за сильного обгорания деревьев нам не удалось твердо установить год их повреждения. Сохранность культур после пожара 2006 г. высокая, в учётных рядах колеблется от 54 до 76%, а средняя по участку 63% от численности до начала пожара. В количественном выражении это 340 саженцев. Если учесть, что высота саженцев 4-10 м, очевидно, что на положительных элементах рельефа сформируются смешанные насаждения с доминированием главной породы, но на плоских ложбинах потребуется создание лесных культур. В связи с тем, что жизненное состояние деревьев, повреждённых огнём, первые 3 года нестабильное, [2,3; и др.], для более надёжной оценки состояния культур исследована сравнительная динамика 3-х и 9-летних культур после пожара. Выявлено, что через 2 вегетационных периода количество живых саженцев увеличилось в молодых (3-летних) и среднего возраста (9-летних) культурах на 8%, сохранность увеличилась на 5% в 3-летних и осталась неизменной в 9-летних культурах (табл. 2). То есть первые 2 года после пожара в прогоревших культурах за счёт перехода саженцев из категории «сомнительные» проявляется положительная динамика.

Анализ и обобщение материалов по исследованию устойчивости культур сосны к низовым пожарам показали следующее. В условиях волнистого рельефа Приобского бора выживаемость культур после низовых пожаров зависит от комплекса факторов, влияющих на характер пожара и степень повреждения деревьев. Основными факторами, определяющими устойчивость культур к пожа-

рам, являются: положение культур на рельефе, высота (возраст) саженцев, густота травяного покрова, технология создания культур.

Наибольшая гибель саженцев, независимо от их высоты, на плоских пониженных участках с густым травяным покровом, где выживаемость колеблется от 0 до 23%, при средней сохранности около 40-80% на гривах и склонах. В культурах с высотой саженцев до 1м, расположенных на гривах и склонах, выживаемость почти в 2 раза меньше, чем в культурах со средней высотой 4-10 м. Менее пожароустойчивы культуры, созданные сближенными рядами из-за перехода на пониженных участках низовых пожаров в верховые. В связи с тем, что выживаемость культур на разных элементах рельефа сильно различается, характеристика послепожарного состояния культур по средним для участков показателям сохранности некорректна, точная оценка состояния культур возможна только по элементам рельефа, либо с выделением в отдельную группу элементов рельефа, резко отличающихся по выживаемости культур. Изменение выживаемости прогоревших весной культур через 2 года на 5-10%, показывает на необходимость оценки их не сразу после пожара, а осенью следующего года то есть через 2 вегетационных периода.

Таблица 2

Динамика выживаемости культур сосны после низового пожара
через два вегетационных периода

Год создания лесных культур	Даты учёта	Учтено саженцев по категориям состояния, шт./га (%)				Сохранность лесных культур, шт./га (%)
		живых	сомнительных	погибших	всего	
2003	10.2006	931(48)	204(10)	809(42)	1944(100)	1033(53)
	10.2007	1084(56)	69(4)	765(40)	1917(100)	1118(58)
1998	10.2006	310(55)	110(20)	138(25)	558(100)	365(65)
	10.2007	384(63)	20(3)	208(34)	612(100)	394(64)

Таким образом, для повышения эффективности лесовосстановительных работ оценку жизненного состояния прогоревших культур, планирование объёмов и технологии создания новых культур необходимо проводить с учетом выявленных особенностей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильичев Ю.Н. Пожароустойчивость культур сосны в зависимости от возраста и мезорельефа (выживаемость молодых культур после низовых пожаров) // Лесное хозяйство, 2010. – С. 39-40.
2. Кулешова Л.В., Аверина И.А., Ильина Л.В. Смена сообществ на свежих гарях в условиях заповедного режима // Организация и охрана заповедных территорий – М., 1979. – С. 75-78.
3. Молчанов А.А. Влияние лесных пожаров на древостой // Тр. Ин-та леса АН СССР, 1954. – Т.16. – С. 314-335.

4. Огиевский В.В., Хиров А.А. Обследование и исследование лесных культур. – М.: Лесн. промышленность, 1964. -50 с.
5. Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. – М.: Наука, 1966. – 60 с.

© Ю.Н. Ильичёв, 2013

ОЦЕНКА ПОСТЕПЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТУВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ LANDSAT

Хулермаа Болат-ооловна Куулар

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (ТувИКОПР СО РАН), 667003, Россия, г. Кызыл, ул. Интернациональная 117а, к. б. н., с.н.с.

Светлана Болат-ооловна Хертек

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (ТувИКОПР СО РАН), 667003, Россия, г. Кызыл, ул. Интернациональная 117а, к. б. н., с.н.с.

В данной работе рассматриваются происходящие (природные и антропогенные) изменения в лесах региона с использованием данных Landsat. Представлены результаты обработки фрагментов спутниковых данных. Для оценки изменений использовались снимки Landsat с 1975 г. по 2011 г.

Ключевые слова: спектральные вегетационные индексы, гари, сдвиг границы темнохвойного леса.

Hulermaa B. Kuular

The Tuva institute of complex exploitation of natural resources of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 667003, Russia, Kyzyl, Ul.Internatsionalnaya 117a

Svetlana B. Khertek

The Tuva institute of complex exploitation of natural resources of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science, 667003, Russia, Kyzyl, Ul.Internatsionalnaya 117a

ASSESSMENT GRADUAL FOREST ECOSYSTEM CHANGE OF TYVA USING LANDSAT TIME SERIES ANALYSES

Regional knowledge is required in order to fully understand the global trends. This study evaluates to assess gradual changes of forest ecosystems in Tyva using Landsat series data. The natural and anthropogenic trends detected of the Landsat images.

Key words: spectral vegetation indices, burned area, shift of dark forest.

Оценка изменения состояния лесов является одной из эффективно решаемых задач с помощью методов дистанционного зондирования. В данной работе рассматриваем решение этой задачи в пределах Республики Тыва. Сравнительный анализ разновременных космических снимков позволят провести оценку изменений бореальных лесов. С помощью космических снимков среднего разрешения (Landsat MSS/TM/ETM+) проведена работа. Для исследования использованы снимки на даты съемки: 19.09.1988, 18.08.2011 (хр. Уюкский); 10.06.1975, 04.07.2009 (хр. Восточный Танну-Ола), 07.06.1976, 16.08.2011 (хр. Западный Танну-Ола). На исследуемых хребтах проводятся полевые работы, по которым сформированы обучающие классы и обработаны алгоритмами управ-

ляемой классификации серии снимков. Для оценки изменения использованы вегетационные индексы растительности.

Методика работы с горями включает предварительная обработка спутниковых данных, создание маскирующих изображений на основе нормализованного разностного индекса снега NDSI; выделение сгоревших участков нормализованным разностным индексом гарей $NBR=(R_{NIR}-R_{SWIR})/(R_{NIR}+R_{SWIR})$ (Key, Venson, 1999); классификацию с обучением, последующую экспертную классификацию полученного изображения. На рисунке 1 представлены изображения NBR за 19.08.1988, 18.08.2011 и разностное изображение (рис.1). Темным тонам соответствуют измененные участки после пожаров на (а) и (б), и их локализация совпадают с наземными данными Госкомлеса РТ.

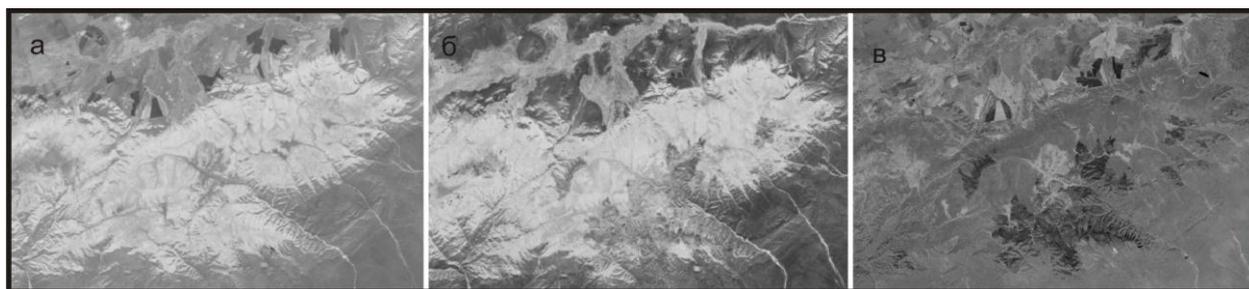


Рис. 1. NBR Уюкского хребта за (а) 19.09.1988, (б) 18.08.2011, (в) dNBR

Схема выполнения оценки сдвига границы леса на рассматриваемых многоспектральных изображениях включала использование нормализованного относительного индекса растительности ($NDVI=(R_{NIR}-R_{RED})/(R_{NIR}+R_{RED})$). На рис. 2 приведены результаты обработки NDVI изображений на даты съёмки 11.07.1976 (рис. 2а); 16.07.2002 (рис. 2б) и их тренд (рис. 2в).



Рис. 2. NDVI Уюкского хребта за (а) 11.07.1976, (б) 16.07.2002, (в) их тренд

Тренд значений NDVI за 11.07.1976 г. и 16.07.2002 г. представлен на рис.2в. Окаймляющая темная полоса, особенно у северного макросклона хребта, соответствует области расширения ареала кедра сибирского. Белые тона соответствуют участкам с измененными растениями, особо выделяются участки с горями (белое пятно посередине хребта). Выделяется подтайга на нижней грани-

це леса, где ширина составляет от 0.6 до 2.3 км. Кустарникам и подросту, где много подрост кедра, соответствуют значения индекса 0.2–0.3.

Таким образом, результаты анализа изображений среднего масштаба Landsat (MSS/TM/ETM+) позволили оценить информативность использованных вегетационных индексов для оценки происходящих изменений на региональном уровне. Полученные результаты свидетельствуют, что площади пожаров увеличиваются при аномально жарких летних условиях в последние десятилетия. Разностной вегетационный индекс NDVI может быть использован для оценки экспансии темнохвойного леса с началом потепления климата в регионе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Key, C. H., and Benson, N. C. 1999. Measuring and remote sensing of burn severity: the CBI and NBR. Poster abstract. In L. F. Neuenschwander and K. C. Ryan (Eds.), Proceedings Joint Fire Science Conference and Workshop, Vol. II, Boise, ID, 15-17 June 1999. University of Idaho and International Association of Wildland Fire. – 284 pp.

© Х.Б. Куулар, С.Б. Хертек, 2013

ОЦЕНКА УЩЕРБА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ТУВЫ ЗА 2012 Г.

Хулермаа Боолат-ооловна Куулар

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (ТувИКОПР СО РАН), 667003, Россия, г. Кызыл, ул. Интернациональная 117а, к. б. н., с.н.с.

Шенне Александровна Намзын

Государственный комитет лесного хозяйства Республики Тыва

В данной работе рассматриваются последствия ущерба от лесных пожаров 2012 г. на территории региона. В период пожароопасного сезона зарегистрировано 224 случая пожаров на общей площади 26963.70 га, которыми было охвачено 17030.20 га с лесной площади. Систематизированы причины пожаров и оцениваются масштабы ущерба.

Ключевые слова: пожары, горные леса, сводные данные, оценка ущерба.

Hulermaa B. Kuular

Ul.Internatsionalnaya 117a

Shenne A. Namzyn

State Forestry Committee Republic of Tyva

FOREST FIRE DAMAGE ASSESSMENT IN TUVA 2012

The 2012 fire seasons turned out to be extremely severe. During year 2012 suffered 224 fires of important size, affecting 26963.70 ha of which 17030.20 ha was wooded vegetation, as reported by the report State Forestry Committee of Tyva. The present paper describes the present causes of forests fire and degradation assessment.

Key words: wildfires, mountain forests, forestry data, damage assessment.

Наибольший ущерб приносят опасные гидрометеорологические явления (более 50% от общего ущерба от опасных природных явлений). По оценке Всемирного банка реконструкции и развития, ежегодный ущерб от воздействия таких опасных явлений на территории России составляет 30-60 млрд. рублей [1]. В 2012 г. число опасных природных явлений в России увеличилось на 30 % по сравнению с 2011 г. и достигло 469 случаев. По данным Росгидромета, "опасная" погода привела к материальному ущербу в размере более 200 млрд. рублей [2].

Лесные пожары относятся к опасным гидрометеорологическим явлениям, увеличивающиеся с каждым годом из-за резкого повышения весенней температуры. Для оценки потери, вследствие пожаров растительности на территории республики за прошлый год, в данной работе были использованы данные Государственного комитета лесного хозяйства Республики Тыва.

О масштабности явления для региона можно судить по количеству пожаров. Весной были зарегистрированы 107 пожаров, летом – 106, осенью – 11. Первый пожар зафиксирован 12 апреля, а последний – 24 октября. Самым

крупным и продолжительным пожаром от 4 июня по 24 июня поврежден 800 га на территории Туранского лесничества, в том числе 700 га леса. Продолжительная засуха и высокая температура стали благоприятными условиями возникновения и распространения пожароопасного сезона.

Особо ущербными оказались последствия пожаров с мая по июль месяцы, в результате 171 пожаром повреждено 7692,4 га лесов (рис.1а). От пожаров наиболее пострадали Тоджинский, Чаданский, Туранский, Шагонарский, Барун-Хемчикский, Каа-Хемский лесничества. В них повреждено 14908,1 га лесные площади, динамика площадей лесных пожаров по лесхозам представлена на рис.1б.

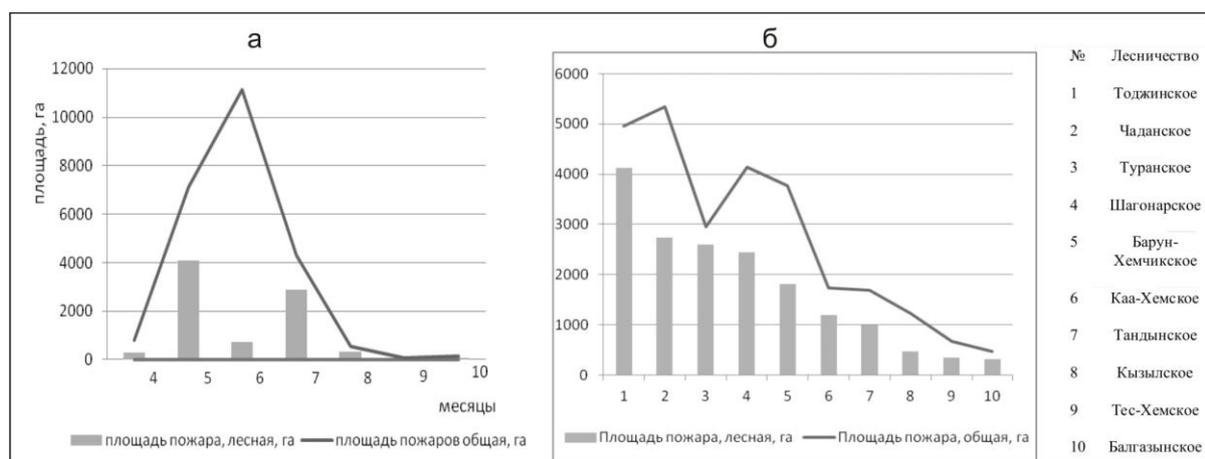


Рис.1. Динамика лесных пожаров 2012 г.: (а) распределение площади пройденных пожаров по месяцам; (б) распределение площади пройденных пожаров по лесхозам

В условиях засухи весны и лета 2012 г., площадь лесов, пройденных огнем 17030.20 га на территории республики, что превысило прошлогодний показатель в 1,3 раза. Общая площадь лесных пожаров, включая пройденные ими не-лесные земли, составляет 26963.70 гектаров. Потери древесины на корню составляют 136643 м³, погибло молодняка на территории в 4,8 га. Расходы по тушению лесных пожаров составили 46 млн. 769 руб. При тушении пожаров растительности использованы 99 наземные способы тушения и 125 раз авиацией. В пожароопасный сезон 2012 г. были зарегистрированы 22 пожара как крупные пожары (на площади 988.2 га). Основной причиной возникновения лесных пожаров является деятельность человека. Только 24 пожара были вызваны сухими грозами, 9 пожаров возникли при не выясненных обстоятельствах [3].

По оценкам Государственного комитета лесного хозяйства РТ 2012 г. оказался одним из худших с точки зрения пройденных огнем площадей лесов и нанесенного пожарами ущерба. Несмотря на проводимые профилактические противопожарные мероприятия, существует нехватка лесопожарного и лесопатрульного назначения.

Таким образом, увеличение пожаров в регионе связано с расширением пожароопасного сезона из-за повышения средней температуры весенне-осеннего сезона. А самой главной причиной является не соблюдения мер безопасности населением.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегический прогноз изменений климата Российской Федерации на период до 2010 –2015 гг. и их влияния на отрасли экономики России. – М.: 2005. – С. 28.
2. Росгидромет: 2012 год стал аномальным по числу опасных природных явлений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2013/02/20/pogoda-anons.html>
3. Накопительный свод по пожарам Государственного комитета лесного хозяйства Республики Тыва. 2012 г.

© *Х.Б. Куулар, Ш.А. Намзын, 2013*

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНО-СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Елена Сергеевна Волкова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, старший научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, к.г.н., тел. (3822)492223, e-mail: elevolko@yandex.ru.

В статье проведен анализ энергетической эффективности использования ресурсно-сырьевого потенциала березовых лесов Томской области. Рассчитаны потенциальная возможность лесозаготовок и величина потребления древесины березы в качестве энергоносителей в рамках существующих лесничеств.

Ключевые слова: теплотворная способность, древесно-сырьевой потенциал, березовые леса.

ENERGY EFFICIENCY OF RESOURCE- RAW POTENTIAL USE OF THE BIRCHWOOD IN TOMSK OBLAST

Elena S. Volkova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademicheskyy Av., senior researcher, Associate Professor, candidate of geographic science, tel. (3822)492223, e-mail: elevolko@yandex.ru

The energy efficiency of resource-raw potential of the birch forests in Tomsk oblast is analyzed. The potential possibility for wooding and consumption value of birchwood as an energy source in existing forest areas are calculated.

Key words: calorific value, resource-raw potential, birchwood.

Концепция лимитированности невозобновляемых энергетических ресурсов диктует необходимость более полного и эффективного освоения биоэнергетических источников, скорость возобновления которых достаточно высокая. Для территории таёжной зоны такими источниками традиционно были лесные ресурсы, по большей части древесина березы, превосходящая по своим теплоэнергетическим характеристикам остальные породы. Знание потенциальных возможностей освоения и использования древесного сырья березы, особенностей географического распределения с целью эффективного лесопользования представляется важной народнохозяйственной задачей для тех регионов, где большую часть года наблюдается низкий температурный фон [1].

Эффективное использование ресурсов березовых лесов должно предусматривать оценку их биоэнергетического потенциала. Под *биоэнергетическим потенциалом* лесов понимается количественно выраженный запас энергии, заключенный в биомассе и накопленный за период жизнедеятельности деревьев, который может быть вовлечен в хозяйственную деятельность с условием сохранения благоприятной среды обитания [2].

Анализ баланса энергии, накопленный в экосистеме и потребляемый человеком, дает возможность выносить оптимальные решения в рациональном природопользовании и позволяет в максимальной степени реализовывать конкурентные преимущества территории [3, 4]. Энергетический анализ позволяет с помощью перевода неравнозначных количественных величин в единую энергетическую меру (Дж) оценивать эффективность функционирования лесной экосистемы и проводить сравнительный анализ энергонакопления с другими компонентами природной среды (например, ветровой и гелио-энергией, энергией почвогумуса, биоэнергией других лесных пород).

Большая часть территории Томской области имеет высокий уровень дискомфорта климата, длительный период продолжительности низких температур [5]. Число дней с температурой воздуха ниже 30°C на севере области достигает 45 дней, на юге уменьшается до 30 дней. В таких природных условиях для организации нормальной жизнедеятельности местному населению требуются значительные запасы топливных ресурсов. Для этих целей березовые леса области являются наиболее распространенными, доступными и перспективными.

Географическая неоднородность запасов древесины березы объясняется природно-климатическими факторами. На юге области, где менее холодные и более сухие условия для произрастания, встречаются чистые по составу коренные березняки с участием осины. Здесь березовые леса смыкаются, образуя уникальную ландшафтную провинцию сплошных березовых лесов. В других районах преобладают производные насаждения, которые сформировались на месте темнохвойных лесов после рубок и лесных пожаров. Коренные березняки достаточно устойчивы и долговечны, производные – заменяются елью, пихтой, кедром в процессе лесовосстановления.

Березовые леса в области занимают 31,2% от площади лесного фонда, из них запасы эксплуатационного леса составляют 749,3 млн. м^3 на площади в 5321,6 тыс. га. Участие низкобонитетных насаждений в березовых лесах области невысокое, в среднем около 16,9% [6].

Методика, на которой базируется районирование энергетического потенциала березовых лесов, заключается в расчете валового потенциала энергии лесной биомассы через сопоставимые оценки объема стволовой древесины в определенной возрастной группе, массы абсолютно сухого вещества и удельной теплотворной способности рабочей биомассы березы.

Энергия ресурсов древесины по удельной теплотворной способности определялась по формуле: $E_i = Q \times Z / S$,

где E_i – энергия березы по удельной теплотворной способности, Дж/га; S – площадь березовых насаждений, м^2 ; Q – удельная теплотворная способность березы, Дж/ м^3 ; Z – общий запас древесины, м^3 .

За основу расчетов приняты возможные для эксплуатации, приспевающие, спелые и перестойные древостои по лесничествам области, приспевающие насаждения включены как перспективные с учетом их роста в течение 20-25 лет.

Информационно-аналитическая база основывается на исследованиях экологического отделения ИМКЭС СО РАН (Лесной План Томской области), на отчетности Комитета Лесного хозяйства и коммерческих организаций, на аналитических и статистических данных об объемах лесозаготовок (1996-2006 гг.).

Предварительные расчеты показали, что энергетический потенциал общих запасов древесины по низшей теплотворной способности и при влажности в среднем 20% в 2006 г. по области составил 15113,05 ТДж – 30% от среднего многолетнего значения потребляемой в год тепловой энергии. Заготовка дров по области измеряется величиной 7,45 ТДж/год, хотя потенциальная возможность заготовки дров оценивается нами 142,48 ТДж/год. В масштабах области ежегодный объем лесопользования в энергетическом эквиваленте равен 98,28 ТДж/год или 0,6% от энергетического потенциала общих запасов древесины.

Энергетический потенциал березовых лесов в области также достаточно высок – 5133,54 ТДж, что составляет 10,2% от среднего многолетнего значения потребляемой в год тепловой энергии. Плотность энергии березы в среднем по территории области – 896,34 МДж/га. В энергетическом эквиваленте доля березы составляет 34% от запасов остальных древесных пород. По березе ежегодно возможное потребление составляет 74,03 ТДж при реальном потреблении 2,51 ТДж. Это свидетельствует о том, что лесоресурсный потенциал березы используется в минимальных масштабах.

По показателю плотности энергопотенциала лидируют Корниловское и Томское лесничества (более 800 МДж/га) – здесь отмечается более сложное строение и состав приспевающих березовых насаждений, повышенный класс бонитета, высокая полнота и прирост древесины. Молодняки преобладают в более южных районах (Тимирязевское, Шегарское, Молчановское лесничества), где они восстанавливаются после активных вырубок в конце XX в. Здесь на большую численность населения в перспективе накладывается высокий биоэнергетический потенциал берёзовых насаждений. Таким образом, основная часть возможных для освоения березовых лесов расположена на территориях с развитой производственной и транспортной инфраструктурой.

Несмотря на большую концентрацию энергопотенциала березы в Васюганском и Кедровском лесничествах (700-800 МДж/га), использование этих ресурсов ограничивается удаленностью территории и отсутствием дорог. В энергетическом эквиваленте в Васюганском лесничестве заготавливается в среднем лишь 101,51 ГДж в год, при общем запасе эксплуатационной древесины в 728,64 ТДж.

Минимальные показатели (менее 500 МДж/га) наблюдаются в Тегульдетском и Молчановском лесничествах, где в течение последних десятилетий значительные объемы рубок, вредители и пожары нанесли большой ущерб березовым лесам.

Можно отметить, что расчеты, проведенные с позиции энергетического анализа, дают объективную оценку лесного фонда березняков и могут быть использованы для составления планов рубок и организации работ по освоению березовых лесов. Практически все районы области обладают значительными

запасами спелой березовой древесины и потенциальным ростом возможности более высокой степени ее использования. Конечно, энергетических проблем области эти, еще слабо используемые, ресурсы снять не могут. В целом для региональной энергетики тепловой запас древесины представляет собой незначительный ресурс, но он может стать альтернативным видом топлива для отдаленных и малонаселенных районов области и для наиболее заселенных южных районов – реально достижимый объем заготовок дров может быть увеличен на 29%.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фузелла Т.Ш. Эффективность функционирования хозяйств, расположенных в различных природно-климатических зонах // Сборник материалов УП Международного научного конгресса «ГЕО-Сибирь-2011». – Т. 3. – Ч. 1. – Новосибирск: СГГА, 2011. – С. 150-152.
2. Волкова Е.С., Невидимова О.Г., Мельник М.А. Комплексный риск-анализ природопользования на территории Томской области // География и природные ресурсы. – 2011. – №2. – С. 39-46.
3. Невидимова О. Г. , Янкович Е. П. Оценка рисков водопользования на территории Томской области // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. – №. 1. – С. 154-158.
4. Поздняков А.В., Шуркина К.А. Новый методологический подход к анализу функционирования агроэкосистем // Вестник ТГУ. – 2008. – № 316. – С. 206-213.
5. Прохоров Б.Б. Природные условия и жизнедеятельность населения. – М.: Новая Россия. – 1994. – 205 с.
6. Лесной план Томской области на 2009 – 2018 гг. // Департамент развития предпринимательства и реального сектора экономики Томской области. – Книга 1. – 2008. – 238 с.

© Е.С. Волкова, 2013

К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЙОНАХ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Светлана Арнольдовна Кривец

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, ведущий научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем, к.б.н., доцент, тел. (3822)491855, e-mail: krivec@inbox.ru

Елена Сергеевна Волкова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, старший научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, к.г.н., тел. (3822)492223, e-mail: elevolko@yandex.ru.

Мария Алексеевна Мельник

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, младший научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, к.г.н., тел. (3822)492223, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru.

В статье представлен концептуальный подход к анализу рисков лесопользования, вызванных массовым размножением инвазийного вредителя пихты сибирской уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. в лесах Томской области. Описаны модели расчета рисков для ресурсно-сырьевого и экологического потенциала.

Ключевые слова: уссурийский полиграф, инвазия, риски лесопользования.

TO ASSESSMENT OF FOREST MANAGEMENT RISKS IN AREAS OF INVASION OF POLYGRAPHUS PROXIMUS BLANDF. (FOR EXAMPLE OF TOMSK OBLAST)

Svetlana A. Krivets

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademichesky Av., Candidate of Biological Science, Associate Professor, Senior Research Scientist, tel. (3822) 491855, e-mail: krivec@inbox.ru

Elena S. Volkova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademichesky Av., Candidate of Geographic Science, Senior Research Scientist, tel. (3822)492223, e-mail: elevolko@yandex.ru

Mariya A. Mel`nik

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademichesky Av., Candidate of Geographic Science, Junior Research Scientist, tel. (3822)492223, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

The paper presents a conceptual approach to analysis of forest management risks caused out-break of invasive pest insect *Polygraphus proximus* Blandf. in Siberian fir forests of Tomsk oblast. The models to calculate the risks for resource- and environmental potential are described.

Key words: *polygraphus proximus*, invasion, forest management risks.

Важным и неотъемлемым условием оптимального использования и сохранения лесорастительного потенциала территории является анализ природных опасностей, а также учет тех социально-экономических и экологических последствий и рисков лесопользования, которые с ними связаны. Для Томской области неблагоприятными природными явлениями для ведения лесопромышленной деятельности выступают, в первую очередь, пожары и ураганные ветры. Не меньшую опасность несут болезни леса и энтомовредители. Площадь насаждений, погибших по этим причинам, значительно изменяется по годам и лесничествам, что связано с погодными условиями текущего года, а в случае с вредными насекомыми – и предыдущих лет [1].

В последнее десятилетие в пихтовых лесах Южной Сибири выявлен новый фактор риска, способный нанести значительный ущерб лесопользованию – проникший с территории Дальнего Востока стволовый вредитель пихты сибирской уссурийский полиграф *Polygraphus proximus* Blandf. [2]. Инвайдер широко распространился и вызывает усыхания пихтовых лесов в Красноярском крае, Кемеровской, Томской, Новосибирской областях, Алтайском крае и Республике Алтай [3]. Высказано мнение [4], что появление уссурийского полиграфа совместно с переносимыми им фитопатогенными офиостомовыми грибами в новых местах обитания ставит под угрозу существование пихтовых лесов страны.

Предварительная экспертная оценка прямого возможного ущерба от уссурийского полиграфа приведена в работе Ю.И. Гниненко и М.С. Клюкина [5]. Принимая во внимание рост площади очагов полиграфа в Кемеровской области за 2005-2010 гг., авторы предположили, что в год размер гибели пихтарников от деятельности вредителя может достигать 5 тыс. га, что при минимальном запасе в 150 м³/га составит 750 тыс. м³ пихтовой древесины на общую стоимость в 150 млн. рублей.

Наряду с риском для традиционного лесопользования (заготовки древесины), гибель пихтовых лесов от уссурийского полиграфа сопровождается утратой их средообразующих, защитных и социальных функций, возможностей комплексного использования, что в настоящее время совершенно не поддается количественной оценке из-за отсутствия соответствующих методик.

В статье представлен первый опыт в разработке подходов для оценки рисков лесопользования от данного вредителя на основе созданных нами ранее методик анализа региональных рисков природопользования в Томской области [6].

Пихтовые леса в Томской области занимают 588 тыс. га, что составляет 3,1% покрытой лесом площади и около 4% запасов древесины. Пихта произрастает по всей области, но доминирует в составе насаждений в основном на юго-востоке – в Зырянском и Тегульдетском лесничествах, где занимает, соответственно, 34 и 36% покрытой лесом площади и играет существенную роль в общем объеме лесозаготовок [7]. В районах, отличающихся наличием крупных массивов пихтовых лесов, находится несколько ООПТ в ранге заказников, общее назначение которых – сохранение уникальных природных ландшафтов, численности ценных охотничье-промысловых и краснокнижных видов животных, среды их обитания. Повреждение инвайдером лесов на этих территориях,

с одной стороны, негативно сказывается на поддержании экологического баланса, стабильности функционирования экосистем и их долговременного устойчивого существования, а также на пользовании лесом для нужд охотничьего хозяйства. С другой стороны, эти и другие защитные леса, имеющие особый режим пользования и часто малодоступные, что ограничивает проведение даже необходимых санитарных мероприятий, являются местами первичного накопления вредителя, который затем расселяется в сопредельные древостои.

Впервые заметное усыхание пихты в Томской области от уссурийского полиграфа было выявлено в 2008 г. В настоящее время он обнаружен в лесах южных районов области (Томского, Шегарского, Бакчарского, Зырянского, Первомайского и Тегульдетского), существует большая вероятность его распространения в северном направлении. Интенсивность очагов очень высокая, гибель деревьев в них составляет от 30 до 95% [8]. Особая опасность для лесопользования возникает из-за возможности пожаров при образовании обильного сухостоя в поврежденных лесах, а также в связи с наличием больших объемов порубочных остатков в процессе массовой заготовки пихтовой древесины китайскими фирмами в юго-восточных районах, что приводит к размножению вредителя.

В рамках проблемы сохранения пихтовых лесов от воздействия уссурийского полиграфа для устойчивого лесопользования необходимо решить ряд функциональных задач. Во-первых, выявить и количественно описать природные и антропогенные факторы, способствующие ускоренному росту вредителя в конкретных природно-климатических и социально-экономических условиях рассматриваемого субъекта.

Для Томской области (как в целом, так и для конкретных лесничеств) в качестве показателей, характеризующих опасность возможного распространения (ОВР) *P. proximus*, нами выделены следующие в порядке их значимости: 1) площадь очагов массового размножения вредителя; 2) степень повреждения насаждений в очаге; 3) расстояние от очага до используемых пихтовых лесов; 4) класс пожароопасности территории; 5) близость пихтовых лесов к транспортным путям, местам заготовки, складирования и переработки древесины, влияющих на направление распространения и расширение ареала вредителя; 6) погодный оптимум в период активного размножения; в частности, раннее наступление весны и отсутствие осадков в период массового выхода жуков с зимовки в мае-июне и заселения деревьев значительно увеличивает степень опасности; 7) преобладающее направление ветра в период весеннего лёта жуков; 8) повторяемость ураганных ветров (угроза массовых ветровалов и буреломов пихты, создающих обильную пищевую базу для короеда).

Процедура комплексной оценки ОВР состоит из двух этапов: 1) определение балльного значения (от 0 до 3) по каждому фактору ОВР в зависимости от степени интенсивности; 2) установление значимости каждого показателя ОВР по результатам экспертных оценок в виде весовых коэффициентов в интервале [0; 1], при сумме всех коэффициентов, равной 1 (формула 1):

$$NF=0,20N_1+0,20N_2+0,17N_3+0,15N_4+0,10N_5+0,08N_6+0,05N_7+0,05N_8, \quad (1)$$

где NF – комплексный показатель ОВР, $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5, N_6, N_7, N_8$ – факторы ОВР в баллах.

Учитывая многофакторность распространения опасного явления, на следующем этапе исследования важной задачей становится разработка универсальной интегрированной методики оценки рисков лесопользования. Под *рисками лесопользования*, вызванными массовым размножением уссурийского полиграфа, нами понимается *вероятность ухудшения состояния лесных экосистем, возможной гибели древостоя в пихтовых насаждениях от инвазийного короеда, ведущей к значительному экономическому ущербу и потере средообразующих, водоохраных, защитных и иных функций лесов.*

Методика оценки интегральной величины риска, предлагаемая нами, предусматривает не только анализ степени опасности возможного распространения вредителя, но и учет значения ресурсно-сырьевого и экологического потенциалов пихтовых лесов. Показатель риска лесопользования рассчитывается по формуле:

$$FR = FR_{экол.} + FR_{рес.} = EP \cdot NF + FP \cdot NF, \quad (2)$$

где $FR_{экол.}$ – экологический риск, $FR_{рес.}$ – ресурсно-сырьевой риск для лесопользования; EP – экологический потенциал пихтовых лесов; FP – древесно-сырьевой потенциал пихтовых лесов; NF – показатель, характеризующий степень опасности распространения полиграфа уссурийского.

Под *древесно-сырьевым потенциалом* понимается *совокупность полезных свойств лесных сообществ для обеспечения сырьевых, пицесырьевых, кормовых, промышленно-сырьевых и энергетических функций экономики.*

В разрезе лесничеств Томской области древесно-сырьевой потенциал пихтовых лесов рассчитывается по формуле [9]:

$$FP = 2/3 \cdot S \cdot (B + M + A), \quad (3)$$

где FP – древесно-сырьевой потенциал пихтовых лесов, баллы; B – показатель среднего класса бонитета пихтовых насаждений, баллы; M – показатель запаса пихтовых насаждений, баллы; A – показатель среднего возраста пихтовых насаждений, баллы, S – доля пихтовых лесов на лесопокрытой площади.

Косвенный ущерб от гибели лесных насаждений позволяет раскрыть *экологический потенциал*, под которым понимается *совокупность полезных свойств растительных сообществ, необходимых для, для выполнения их основных средообразующих, ландшафтно-защитных, ландшафтно-стабилизирующих и хозяйственно-экологических функций* [9]:

$$EP = 2/3 \cdot S \cdot (B + P + Z), \quad (4)$$

где EP – экологический потенциал пихтовых лесов, баллы; B – показатель среднего класса бонитета пихтовых насаждений, баллы; P – показатель средней полноты пихтовых насаждений, баллы; Z – показатель текущего прироста пихтовых насаждений, баллы, S – доля пихтовых лесов на лесопокрытой площади.

Для корректной оценки влияния каждого из перечисленных средних таксационных показателей на величины ресурсного и экологического потенциалов, разнородные количественные значения были переведены в баллы от 1 до 5 на основании таблиц хода роста.

Для территорий, где отсутствует лесозаготовительная деятельность (защитные леса, особо охраняемые территории, заказники и т.д.) показатель экологического риска является приоритетным. Эксплуатационные леса целесообразно оценивать с позиции ресурсно-сырьевого риска с учетом экологической составляющей.

Итогом исследования является картографическая интерпретация произведенных расчетов, создание базы данных и серии карт, отражающих пространственную дифференциацию рисков для лесопользования, вызванных массовым размножением уссурийского полиграфа, с детальной характеристикой каждого вида природных опасностей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-04-00801-а).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Невидимова О.Г., Волкова Е.С., Мельник М.А. Анализ природно-климатических опасностей на территории Томской области для оценки рисков природопользования // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 2. – С. 71–77.

2. Баранчиков Ю.Н., Кривец С.А. О профессионализме при определении насекомых: как просмотрели появление нового агрессивного вредителя пихты в Сибири // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – Т. 14. – Вып. 1. – Абакан: Изд-во ГОУ ВПО Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2010. С. 50–52.

3. Баранчиков Ю.Н., Кривец С.А., Петько В.М., Керчев И.А., Анисимов В.А., Мизеева А.С. В погоне за уссурийским полиграфом // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. – Т. 14. – Вып. 1. – Абакан: Изд-во ГОУ ВПО Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2011. – С. 52–54.

4. Гниненко Ю.И. Новые инвазивные дендрофильные организмы – возрастающее значение для лесов страны // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 25-27 сентября 2012 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2012. – С.12–15.

5. Гниненко Ю.И., Клюкин М.С. Уссурийский короед на территории России // Защита и карантин растений. – 2011. – № 11. – С. 32–33.

6. Волкова Е.С., Невидимова О.Г., Мельник М.А. Комплексный риск-анализ природопользования на территории Томской области. – География и природные ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 39–46.

7. Лесной план Томской области на 2009 - 2018 гг. // Департамент развития предпринимательства и реального сектора экономики Томской области, 2008. – Книга 1. – 238 с.

8. Кривец С.А., Бисирова Э.М. Оценка жизненного состояния пихты сибирской в очагах массового размножения уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* (Coleoptera, Scolytidae) // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насеко-

мых. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 25-27 сентября 2012 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2012. – С. 60–64.

9. Макаренко Е.Л. Оценка и картографирование экологического и древесно-сырьевого потенциала лесов (на примере Иркутской области) // География и природные ресурсы. – 2007. – № 1. – С. 115–123.

© С.А. Кривец, Е.С. Волкова, М.А. Мельник, 2013

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОВ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Мария Алексеевна Мельник

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр-т Академический, 10/3, младший научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, к.г.н., тел. 8(3822)492223, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru.

В статье предложен подход к анализу древесно-сырьевого и экологического потенциалов лесов Томской области, для оценки рисков лесопользования. В основу расчетов положены значения средних таксационных показателей, характеризующих ресурсные и экологические функции лесов. Также в разрезе лесничеств области представлена оценка энергетического потенциала покрытых лесом земель с учетом теплотворной способности древесины и величины среднего прироста различных лесообразующих пород.

Ключевые слова: древесно-сырьевой потенциал лесов, экологический потенциал лесов, биоэнергетический анализ.

COMPLEX ASSESSMENT OF POTENTIAL OF THE FORESTS (FOR EXAMPLE OF TOMSK OBLAST)

Mariya A. Mel`nik

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademicheskyy Av., Candidate of geographic science, Junior Research Scientist, tel. (3822)492223, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

The paper presents an analysis of wood-resource potential and ecological potential of the forests of the Tomsk oblast, for forest management risks. Values of the mean taxation indexes characterizing wood-resource and ecological functions of the forests are put in a basis of calculations. Also the paper presents an assessment of an energy potential of the lands covered with the forest taking into account calorific ability of wood and values of mean increment of various forest forming breeds.

Key words: woods-resource potential of the forests, ecological potential of the forests, bioenergy analysis.

Анализ опасностей и рисков для лесопользования является одним из аспектов создания и разработки стратегии эффективного развития и функционирования лесопромышленного и лесохозяйственного комплекса. Особое значение риск-анализ приобретает в многолесных регионах, где ведется активная заготовка древесины. Таким примером является Томская область, здесь земли лесного фонда занимают 28,4 млн. га или 90,5 % всей ее территории. Леса области в подавляющей части (92 %) отнесены к III группе лесов и являются крупной сырьевой базой лесной промышленности России.

В рамках анализа рисков лесопользования возникает необходимость оценить потенциал лесов как с сырьевой позиции для количественной характеристики прямого ущерба от гибели насаждений в случае опасных природных яв-

лений, так и с экологической позиции – для оценки косвенного ущерба, включающего в себя потерю разнообразия и ухудшение экологических функций лесных экосистем.

Оценка лесорастительного и экологического потенциалов для территории Томской области. По предложенной нами методике потенциал лесов выражается в условных единицах и не переводится в денежный эквивалент, что делает оценку универсальной и позволяет сравнивать соответствующие показатели во временной динамике, а также проводить пространственную дифференциацию территории. Выбор таксационных характеристик насаждения, включенных в расчет величины экологического и древесно-сырьевого потенциала, был сделан согласно работе Е.Л. Макаренко [1] с использованием статистических данных из проектов организации по ведению лесного хозяйства лесхозов Томской области за период 1991-2006 гг.

Под экологическим потенциалом понимается *совокупная эффективность экологических функций леса, таких как средообразующие, ландшафтно-защитные, ландшафтно-стабилизирующие и хозяйственно-экологические* [2]. В оценку экологического потенциала были включены такие таксационные показатели по преобладающим породам, как *класс бонитета, средняя полнота и среднегодовой прирост*; расчеты проведены с учетом породного состава и доли соответствующих насаждений в лесопокрытой площади

Так, *класс бонитета* – характерный показатель качества условий произрастания леса. Наибольшее экологическое значение имеют леса высоких бонитетов, их местопроизрастанию свойственны наиболее благоприятные почвенно-грунтовые, геоморфологические и климатические условия. Показателем продуктивности лесонасаждений является *прирост* древостоя, характеризующий способность леса к аккумуляции углерода. Способность лесов и зеленых насаждений депонировать для своего роста и развития двуокись углерода делает их основными поглотителями парниковых газов, влияющих на глобальное изменение климата. *Полнота* насаждений определяется степенью плотности стояния деревьев, составляющих древостой [2]. При изреженности древостоев ухудшаются технические качества лесного материала; ухудшаются условия естественного и искусственного лесовозобновления вследствие задержания и изменения физико-химических свойств лесной почвы; увеличиваются колебания влажности и температуры верхних слоев почв, ухудшаются процесс образования гумуса и водный режим.

Для корректной оценки влияния каждого из перечисленных таксационных показателей на величину экологического потенциала их разнопорядковые количественные значения были переведены в баллы. На основании таблиц хода роста [3] и в зависимости от количественных характеристик, всем средним таксационным показателям, включенным в анализ, присвоен балл от 1 до 5. Для каждой породы была разработана своя балльная шкала. Расчет экологического потенциала лесов Томской области был проведен по формуле: $EP =$

$2/3 \sum_{i=1}^n S_i (B_i + P_i + Z_i) + 1/3 \sum_{j=1}^k S_j (B_j + P_j + Z_j)$, где EP – экологический потенциал лесов, B –

показатель среднего класса бонитета, баллы; P – показатель средней полноты, баллы; Z – показатель среднего прироста, баллы; S – доля каждой породы на лесопокрытой площади; n – количество основных лесообразующих хвойных пород; k – количество основных лесообразующих мягколиственных пород. Первое слагаемое характеризует экологический потенциал хвойных пород, а второе – мягколиственных. В данном контексте приоритет хвойных пород по сравнению с мягколиственными очевиден, в силу их более длительного периода жизни и внутригодового срока активной вегетации.

Наибольший экологический потенциал имеют леса Тимирязевского лесничества (рис.1), поскольку там значительно преобладают хвойные леса высоких бонитетов. Вторую группу по величине экологического потенциала составляют Верхнекетский, Асиновский и Первомайские лесничества (рис.1). В лесах Верхнекетского лесничества преобладают хвойные породы и все средние таксационные показатели, включенные в расчет, здесь имеют значения выше среднего. Также довольно высокие значения имеет экологический потенциал Асиновского и Первомайского лесничеств, что обусловлено высоким классом бонитета и значительной величиной среднего прироста мягколиственных, в первую очередь березовых, лесов.

При оценке *древесно-сырьевого потенциала* лесов были учтены следующие показатели: средний класс бонитета, средний запас, средний возраст и породный состав древостоев. Под *древесно-сырьевым потенциалом* понимается *совокупность промышленно-сырьевых, сырьевых, энергетических, пицесырьевых и кормовых функции растительных сообществ* [2,4].

Важной характеристикой *древесно-сырьевого потенциала* леса является его *бонитет*, поскольку древостои высоких бонитетов способны давать больший объем деловой древесины с единицы площади за определенный промежуток времени. *Средний запас* насаждений количественно характеризует общий объем стволовой древесины, этот показатель традиционно является основополагающим в хозяйственной оценке лесных ресурсов. В анализе *древесно-сырьевого потенциала* лесов *возраст* древостоев характеризует его близость к технической спелости и является показателем состояния, в наибольшей степени соответствующего функциональному назначению лесов. С сырьевой позиции, как и с экологической, наиболее ценными являются хвойные породы, это обусловлено большей ценностью их древесины для многих отраслей промышленности. По аналогии с оценкой экологического потенциала, все средние таксационные показатели, для каждой породы, в соответствии с таблицами хода роста [3], были переведены в баллы от 1 до 5.

Древесно-сырьевой потенциал лесов Томской области был рассчитан по формуле: $FP = 2/3 \sum_{i=1}^n S_i (B_i + M_i + A_i) + 1/3 \sum_{j=1}^k S_j (B_j + M_j + A_j)$, где FP – *древесно-сырьевой потенциал* лесов, B – показатель среднего класса бонитета, баллы; M – показатель запаса насаждения, баллы; A – показатель среднего возраста, баллы; S – доля каждой породы на лесопокрытой площади, n – количество основных лесооб-

разующих хвойных пород; k – количество основных лесобразующих мягколиственных пород.

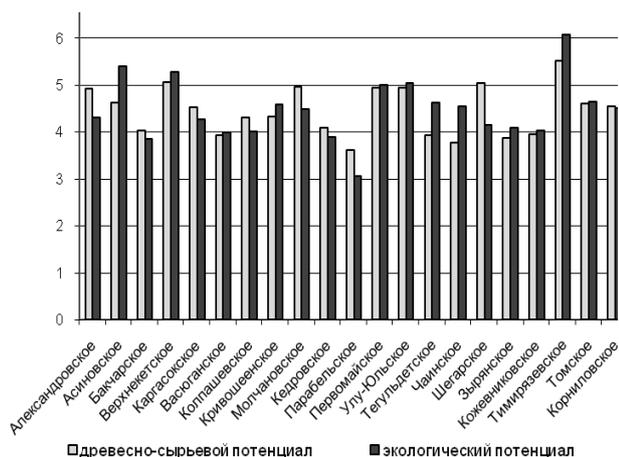


Рис. 1. Результаты расчетов экологического и древесно-сырьевого потенциала по лесничествам Томской области

Результаты оценки древесно-сырьевого потенциала лесов Томской области в территориальном аспекте представлены на рисунке 1. По значениям древесно-сырьевого потенциала лесов все лесничества области были разделены на три группы. Самые высокие значения ресурсного потенциала имеют Тимирязевское и Верхнекетское лесничества, что обусловлено преобладанием здесь хвойных пород и средним возрастом древостоев близким к возрасту рубки. Обращают на себя внимание средние показатели древесно-сырьевого потенциала в Александровском и Каргасокском

лесхозах. Несмотря на то, что эти леса отнесены к низкобонитетным, их удаленность от железной дороги и отсутствие круглогодичных дорог с твердым покрытием обусловила здесь очень низкую степень лесозаготовительной деятельности, что в свою очередь привело к сохранению объемов деловой древесины.

Оценка энергетического потенциала лесов Томской области. В современных условиях нарастающего дефицита ископаемых энергоресурсов, лес как источник возобновляемой энергии приобретает особую значимость. Древесина различных пород деревьев существенно отличается по теплотворной способности и по скорости накопления древесной массы, следовательно, биоэнергетический потенциал лесов может значительно отличаться в зависимости от породного состава и условий местопроизрастания. В связи с этим актуальным становится вопрос исследования скорости аккумуляции и пространственного распределения энергии в лесах различной структуры.

В процессе роста дерева, под влиянием происходящих в нем различных физиологических процессов: фотосинтеза, дыхания, водообмена и обмена питательных веществ, происходит увеличение его размеров. Количество энергии, накапливаемой в древесной биомассе в процессе роста леса, зависит не только от условий его местопроизрастания, но и от породного состава. Химический состав абсолютно сухой древесины для любой породы дерева одинаков (49,5% углерода, 6,3% водорода, 44,1% кислорода), и, следовательно, величина массовой теплотворной способности, определяемая как сумма теплотворных способностей всех ее отдельно взятых химических элементов, не зависит от породы. Тогда как значение объемной удельной теплотворности древесины прямо пропорционально ее плотности и существенно отличается в зависимости от породы.

В разрезе лесничеств Томской области нами рассчитан энергетический потенциал лесов с учетом значений теплотворной способности древесины и величины среднего прироста основных лесообразующих пород.

$$E = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot Q_i \cdot S_i$$

где E – количество энергии (ккал/год), которое в течение года накапливается лесной экосистемой в результате аккумуляции и трансформации солнечной составляющей и энергии почв, Q – объемная рабочая теплотворная способность древесины, ккал/м³; Z – средний прирост, м³; S – доля каждой породы на лесопокрытой площади; n – количество лесообразующих пород.

На рисунке 2 представлен результат расчетов биоэнергетического потенциала лесов Томской области, наибольшие значения энергопотенциала имеют лесничества, находящиеся в южных и юго-восточных районах области.

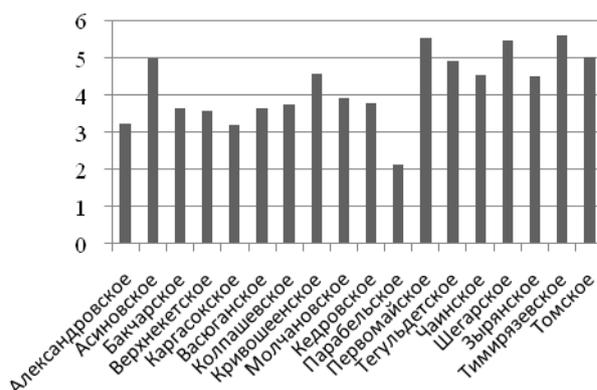


Рис. 2. Энергетический потенциал лесов в разрезе лесничеств Томской области

Заключение. Анализ древесно-сырьевого и экологического потенциалов лесов Томской области показал, что существенный вес в значения комплексных показателей FP и EP , характеризующих соответствующие качества древостоев, вносят мягколиственные леса (Первомайское и Асиновское лесничества). Наличие на территории области двух крупных предприятий глубокой переработки древесины (ЗАО ЛПК «Партнер-Томск» и ЛПК «Томлесдрев»), использующих в своем производстве до 75 % древесины мягколиственных пород, также определяет необходимость пересмотра значения лиственных лесов для региональной экономики.

Территориальную дифференциацию лесов по энергетическому потенциалу следует учитывать при реализации инвестиционных проектов, направленных на использование биоресурсов в энергетике. В связи с тем, что производительность мягколиственных лесов значительно выше производительности хвойных, ведение лесного хозяйства, ориентированного на лиственные породы, в частности, на березу, значительно эффективнее с энергетической точки зрения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Макаренко Е.Л. Оценка и картографирование экологического и древесно-сырьевого потенциала лесов (на примере Иркутской области) // География и природные ресурсы – 2007. – №2. – С. 115-123.
2. Данченко А.М., Данченко М.А. Эколого-биологические термины в лесном хозяйстве: Словарь-справочник, в 3-х т. – Томск: Томский государственный университет, 2001-2005.

3. Лесная вспомогательная книжка / А. В. Тюрин, И. М. Науменко, П. В. Воропанов. - М., 1956. - 532 с.
4. Рубцов М.В. Классификация функций и роли леса // Лесоведение – 1984. – №2.

© М.А. Мельник, 2013

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ БАЗОЙСКОГО ПРИПОСЕЛКОВОГО КЕДРОВНИКА

Эльвина Михайловна Бисирова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, просп. Академический, 10/3, научный сотрудник, тел. (3822) 49-18-55, e-mail: bissirovaem@mail.ru

Представлены данные о современном жизненном состоянии древостоев кедр сибирского *Pinus sibirica* Du Tour в Базойском припоселковом кедровнике – крупнейшем кедровом массиве равнинных лесов Западной Сибири на южной границе ареала. Выявлены основные причины, влияющие на состояние изучаемых лесов. Показано, что дендрофильные насекомые, ксилотрофные грибы, механические повреждения, связанные с орехопромыслом, высокий возраст кедр являются основными факторами, определяющими состояние древостоев в исследуемых лесах.

Ключевые слова: жизненное состояние, кедровые леса, факторы ослабления деревьев и древостоев.

MODERN STATE OF SIBERIAN STONE PINE FOREST NEAR BAZOY SETTLEMENT

Elvina M. Bisirova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademicheskyy prospekt, Research Scientist, tel. (3822)49-18-55, e-mail: bissirovaem@mail.ru

The data on modern vitality state of Siberian stone pine forests near Bazoy are given. The research revealed main reasons influencing state of observed forests. Dendrophilous insects, xylotrophic fungus, mechanical damage caused by nut collection, old-growth of observed stands are key factors determining stand vitality in studied forests.

Key words: stand vitality, Siberian stone pine forests, factors weakening trees and forest stands.

Припоселковые кедровники как окультуренные, чистые по составу, полуприродные кедровые леса давно привлекали внимание ученых-лесоводов и биологов разных специальностей. Изучение особенностей плодоношения и возобновления, процессов формирования и многие другие научные исследования припоселковых кедровников велись преимущественно на территории Томской области, поскольку именно здесь сохранились самые большие и ценные островные массивы кедр в южной тайге и подтайге.

При всей ценности и многофункциональности кедровых лесов припоселкового типа на сегодняшний день приходится констатировать высокие темпы их деградации в связи с широким распространением разнообразных факторов ослабления. В виду таких негативных изменений в последнее время представляет особый интерес изучение и прогноз их состояния, а также выявление конкретных причин деградации.

Цель данной работы – изучение жизненного состояния древостоев сосны кедровой сибирской *Pinus sibirica* Du Tour и факторов, негативно влияющих на него в Базойском припоселковом кедровнике – крупнейшем кедровом массиве равнинных лесов Западной Сибири на южной границе ареала.

Основная часть Базойского кедровника (2039,9 га) расположена на территории Кожевниковского района Томской области. Частично кедровник располагается в пределах Колыванского района Новосибирской области. В 70-х гг. прошлого столетия Ю.Б. Алексеевым [1, 2] были проведены исследования Базойского кедровника, в результате которых изучены его происхождение, развитие и строение. Изучение современного состояния древостоев кедровника проведены нами в 2011–2012 гг. в окрестностях пос. Базой в границах Томской области, где кедровник входит в составе кварталов 96-129 в Симанское участковое лесничество Кожевниковского лесничества Томского управления лесами. Согласно природно-ресурсному районированию Томской области [3] район исследования относится к подтаежной подзоне, Томскому округу вторичных мелко-травных и высокопродуктивных хвойных лесов.

Кедровник сформировался в результате окультуривания кедровой тайги, зарастания заброшенных пашен и осушения болот. Часть лесного массива, непосредственно примыкающая к пос. Базой, имеет черты окультуренного кедровника, где в большей степени проявляются признаки антропогенного воздействия, более отдаленные части сохраняют таежный облик [2].

Текущую оценку жизненного состояния (виталитета) деревьев в исследованных насаждениях проводили на временных пробных площадях 2-х типов (размерных и безразмерных). Размерные пробные площади величиной 0,25 га закладывались в соответствии с ОСТ 56-69-83 [4], на безразмерных по произвольной ходовой линии внутри выдела осуществляли подсчет не менее 100 деревьев основного полога. Характеристики изученных древостоев (породный состав, возраст, средний диаметр, средняя высота, бонитет, полнота) определены с использованием стандартных методов измерительно-глазомерной таксации [5, 6]. Основные характеристики древостоев на пробных площадях приведены в таблице.

Диагностика жизненного состояния (виталитета) осуществлялась с применением оценочной шкалы, включающей 5 категорий (I – здоровое дерево, II – ослабленное, III – сильно ослабленное, IV – отмирающее, V – сухостой), и комплекса глазомерно определяемых признаков [7, 8], в нашей модификации применительно к кедровнику сибирскому [9]. Виталитетная структура древостоев определялась как процентное соотношение деревьев разных категорий состояния, рассчитанное по сумме квадратов площадей поперечного сечения стволов на высоте 1,3 м для каждой категории.

В ходе оценки древостоев кедровника худшее их текущее жизненное состояние выявлено в чистых кедровниках на пробных площадях 98/11 и 102/9, где в период последней вспышки (2007-2010 гг.) сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus* Tschetw. (Lepidoptera, Lasiocampidae) действовали наиболее интенсивные очаги размножения. На пробной площадке 98/11 многократное объедание

хвои гусеницами вредителя привело к полной дефолиации крон и, соответственно, к гибели древостоя (рис. 1, а).

Таблица

Таксационная характеристика древостоев на пробных площадях в Базойском кедровнике

Номер пробной площади	Породный состав древостоя	Древостой элементов леса	Средний возраст деревьев, лет	Средний диаметр ствола, см	Средняя высота дерева, м	Полнота	Класс бонитета	Тип леса
98/11	10К		122±2,4	41,1±1,1	21,0±0,4	0,5	II	рт-зnm
109/6	7К3Е+Б		170±5,0	44,6±2,9	24,1±0,9	0,5	II	рт
102/9	10К		122±5,4	46,1±1,1	22,3±0,4	0,5	II	осч-рт
109/7	5К2К3Е+Б	I поколение кедра	195*	67,6±1,3	26,0±1,0	0,5	II	крпап-хв-мк
		II поколение кедра	121±4,0	43,0±1,3	23,5±1,3			
115/8	6К2К1Е1Б	I поколение кедра	180±2,5	58,9±1,4	22,9±0,3	0,5	III	крпап-хв-мк
		II поколение кедра	92±4,4	31,1±1,4	19,0±0,4			
119/14	7К3Е		190*	51,3±1,4	24,5±1,1	0,4	III	зк тр-мох
126/10	9К1Е+Б		210±10,0	55,5±3,1	26,8±1,1	1,1	II	Хв
126/2	8К2Е		245±25,1	76,2±2,5	27,8±1,3	0,4	II	кртпап

Примечание. К – кедр сибирский, Е – ель сибирская, Б – береза; рт-зnm – разнотравно-зеленомошный, рт – разнотравный, осч-рт – осочково-разнотравный, крпап-хв-мк – крупнопоротниково-хвощово-мелкотравный, зк тр-мох – закустаренный травяно-моховой, хв – хвощовый, кртпап – крупнопоротниковый.

* По данным лесоустройства 2006 г.

Древостой кедра на пробной площади 102/9 также был поврежден в результате объедание хвои в средней и сильной степени сибирским шелкопрядом, однако насаждение на данном участке леса представлено в основном жизнеспособными деревьями (82,3%), что обусловлено, видимо, меньшей численностью вредителя. Тем не менее, состояние древостоя характеризуется как сильно ослабленное, в виталитетном спектре преобладают деревья II категории состояния, а общий отпад составил 17,7% (рис. 1, б).

Наилучшее состояние кедровых древостоев выявлено на пробных площадях 115/8 и 109/7, на которых представлено два возрастных поколения (табл. 2). На пробной площади 115/8 (рис. 1, в) здоровые деревья в первом поколении со-

ставляют 50,1%, ослабленные в той или иной степени – 49,9%. Второе поколение кедров находится в несколько худшем состоянии, что, вероятно, явилось результатом конкурентного подавления со стороны более старых деревьев в прошлом. Та же тенденция прослеживается и на пробной площади 109/7, где максимум в виталитетном спектре приходится на I категорию состояния для деревьев первого поколения и на II категорию для деревьев второго поколения (рис. 1, з).

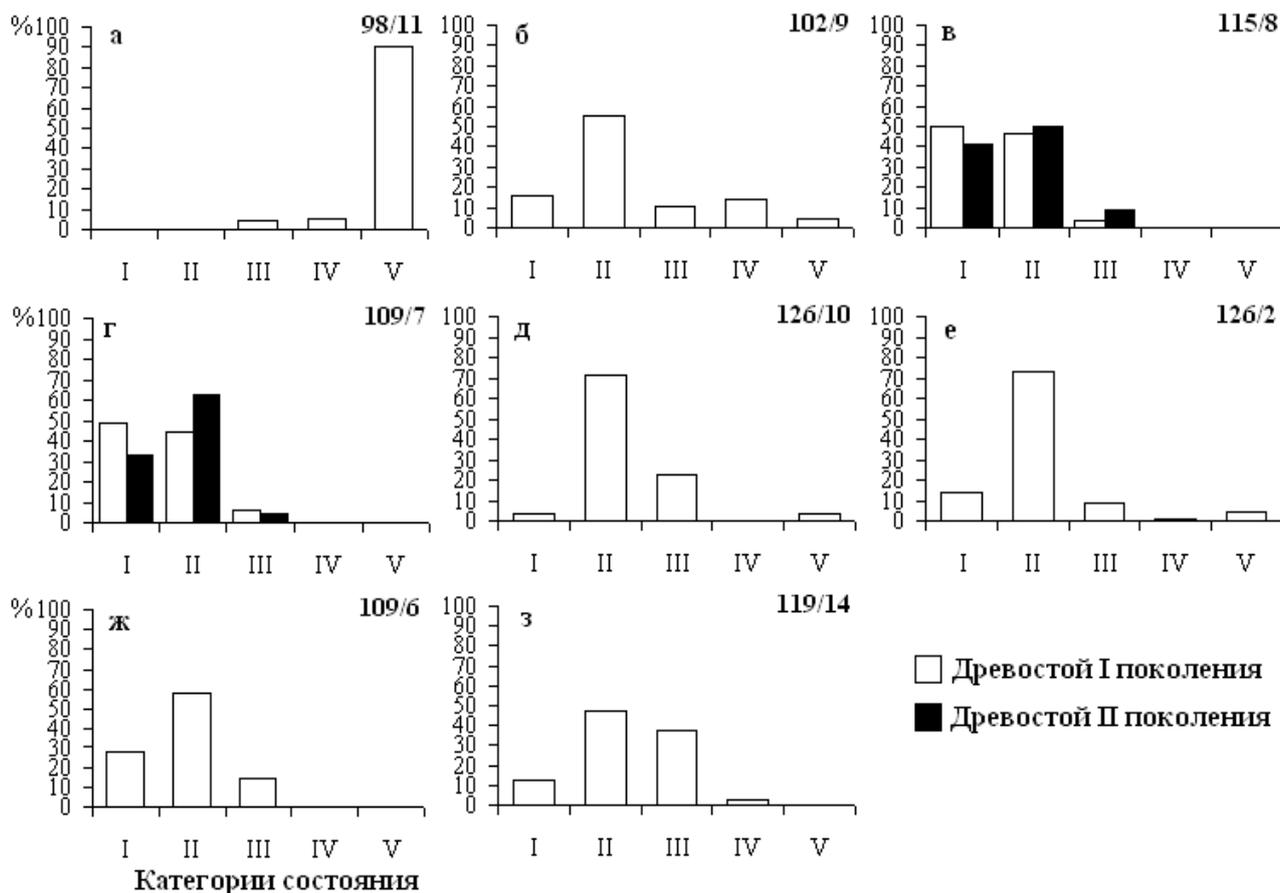


Рис. 1. Распределение деревьев кедров сибирского по категориям состояния на пробных площадях в Базойском кедровнике.

Категории состояния: I – здоровые деревья; II – ослабленные деревья; III – сильно ослабленные деревья; IV – отмирающие деревья; V – сухостойные деревья

Спелые и перестойные насаждения кедров на пробных площадях 126/10, 126/02 по доле деревьев разных категорий состояния диагностируются как сильно ослабленные, насаждение на пробной площади 109/6 – как ослабленное (рис. 1, д, е, ж). Им свойственна невысокая доля здоровых деревьев и перспектива дальнейшего ослабления, что обусловлено естественными процессами старения.

В древостоях на пробной площади 119/14 (рис. 1, з) преобладают жизнеспособные, но ослабленные особи. Распределение деревьев по категориям жизненного состояния позволяет сделать вывод о сильном ослаблении древостоя, которое, прежде всего, обусловлено возрастным снижением жизнеспособности, а также заболоченностью местообитания.

Жизненное состояние кедровых древостоев на пробных площадях определяется комплексом факторов, важнейшими из которых являются механические повреждения стволов при орехопромысле, гнилевые инфекции и вспышки размножения хвоегрызущих насекомых – сибирского шелкопряда и рыжего соснового пилильщика *Neodiprion sertifer* Geoffr. (Hymenoptera, Diprionidae), которые наблюдались в Базойском кедровнике в 1990–1996 гг., в 2001 г. [10] и в 2007–2010 гг.

Самым распространенным видом механических повреждений на всех исследованных участках является раны от околота и обдиры стволов (от 18,8% до 61% деревьев), также зафиксированы повреждения корневых лап (3–4%) и морозные трещины (1–6,1%). Выявлена высокая степень пораженности гниевыми болезнями (30,3–100%), причем с увеличением среднего возраста древостоя увеличивается и уровень зараженности болезнями.

Таким образом, все исследованные нами древостои кедра сибирского ослаблены в той или иной степени воздействием ряда неблагоприятных факторов. Наилучшее состояние выявлено в разновозрастных древостоях с примесью других пород (ель, сосна, береза), худшее – в чистых кедровых массивах с наличием деградированного элемента в результате массового размножения сибирского шелкопряда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев Ю.Б. Припоселковые кедровники южнотаежного Приобья: Автореферат кандидатской диссертации. Красноярск. – 1979. – 22 с.
2. Алексеев Ю.Б., Седых В.Н. Развитие припоселковых кедровников // Повышение эффективности лесного хозяйства в Западной Сибири. Новосибирск: Наука Сиб. отд-е. – 1976. – С. 133–178.
3. Дюкарев А.Г., Пологова Н.Н., Лапшина Е.Д., Березин А.Е., Льготин В.А., Мульдьяров Е.Я. Природно-ресурсное районирование Томской области / Экология регионального природопользования. Препринт 2. Томск: Изд-во “Спектр” ИОА СО РАН. – 1997. – 40 с.
4. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесоустроительные. Метод закладки. М.: Гослесхоз СССР. – 1984. – 59 с.
5. Анучин Н.П. Лесная таксация: Учебник для вузов. 5-е изд. М.: Лесная промышленность. – 1982. – 352 с.
6. Чмыр А.Ф., Маркова И.А., Сенов С.Н. Методология лесоводственных исследований: Учебное пособие. СПб.: ЛТА. – 2001. – 96 с.
7. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
8. Алексеев В.А. Определение жизненного состояния древостоев // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. СПб. – 2004. – Вып. 2 (12). – С. 24–33.

9. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Демидко Д.А. Виталитетная структура древостоев кедра сибирского *Pinus sibirica* Du Tour на юго-востоке Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. – 2008. – № 313. – С. 225–231.

10. Кривец С.А., Чемоданов А.В. Насекомые – вредители лесов Томской области // Энтомологические исследования в Сибири. Красноярск: ИЛ СО РАН. – 2005. – С. 98–118.

© Э.М. Бисирова, 2013

СТРУКТУРА КОРНЕВЫХ СИСТЕМ КЕДРА СИБИРСКОГО ПОД ПОЛОГОМ БЕРЕЗОВО-СОСНОВЫХ СООБЩЕСТВ НА ЮГЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Светлана Александровна Николаева

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, старший научный сотрудник лаборатории динамики и устойчивости экосистем, кандидат биологических наук, тел. (3822)49-27-43, e-mail: sanikoll@rambler.ru

Александр Николаевич Панов

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, научный сотрудник лаборатории дендрэкологии, кандидат биологических наук, тел. (3822)49-19-07, e-mail: panov_1958@hotmail.com

В статье показаны особенности структуры корней подроста кедр сибирского в лиственно-сосновых лесах на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (Обь-Томское междуречье, юг Томской обл.). Рассмотрены количество и длина корней модельных экземпляров разного возраста и высоты, при угнетении и произрастании в гнездах, а также в сообществах с разным почвенным увлажнением. Установлено, что при увеличении возраста, степени угнетения, групповом произрастании, а также в сообществах более влажных местообитаний увеличивается степень ветвления корневой системы.

Ключевые слова: кедр сибирский, подрост, корневая система, березовые и сосновые сообщества, Обь-Томское междуречье.

STRUCTURE OF SIBERIAN STONE PINE ROOT SYSTEMS UNDER BIRCH-PINE CANOPY IN SOUTHERN TOMSK OBLAST

Svetlana A. Nikolaeva

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky prospekt, senior research scientists, PhD (candidate of biological sciences), laboratory of ecosystems dynamics and sustainability, tel. (3822)49-27-43, e-mail: sanikoll@rambler.ru

Aleksandr N. Panov

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky prospekt, research scientists, PhD (candidate of biological sciences), laboratory of dendroecology, tel. (3822)49-19-07, e-mail: panov_1958@hotmail.com

Structure of roots of undergrowth in Siberian stone pine was studied in deciduous-pine communities in the southeastern West Siberian Plain (the Ob-Tom Interfluve, Tomsk Oblast). The number and length of the roots in the sample trees are considered of different age and height, suppressed and grouped, and along soil moisture gradient. The age, suppression extent, and soil moisture increase, the branching of the root system increases too.

Key words: Siberian stone pine, undergrowth, root system, birch and pine communities, the Ob-Tom Interfluve.

В сосновых и лиственных лесах зеленой зоны г. Томска широко распространены разновысотный и разновозрастный подрост кедр сибирского (*Pinus*

sibirica Du Tour). Часть пригородных лесов имеет невысокую рекреационную нагрузку, т.е. их сообщества по составу и функционированию близки к фоновым. Вопросы возобновления и сохранения лесов в условиях изменений климата требуют изучения механизмов адаптации растительности в условиях естественного произрастания. Продуктивность деревьев зависит от развития корневой системы, ее морфологии и физиологии, в то же время корни растений являются очень чувствительным органом к воздействию внешней среды [1, 2, 6].

В данном сообщении рассмотрены особенности строения корневой системы кедр сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour), произрастающего под пологом лиственно-сосновых травяных сообществ пригородных лесов г. Томска (Обь-Томское междуречье). Возраст древостоев составляет 65-70 лет, высота сосны 22-27 м, березы – 17-19 м. Подрост в количестве 0,2-1,1 тыс. экз./га представлен в основном кедром. Его средняя высота – 1,3 м (0,1-4,1 м). Подлесок редкий и средней густоты. Почва – светло-серая лесная на песчаных отложениях. [4, 5].

У модельных деревьев измерены показатели надземной части, у четырех из них – количество и длина корней всей корневой системы, еще у 12 – только 1-3 скелетных корня, растущих в самом верхнем слое почвы (табл.). Материал собран в 2001 и 2004 гг. на 3 постоянных и 5 временных пробных площадях (ПП).

Таблица

Характеристика корней, расположенных в приповерхностном слое почвы, у кедр сибирского под пологом леса

	Надземная часть			Корни *				
	высота, м	возраст, лет	способ произрастания	длина корня 1-го пор, см/%	корни 2-6-го пор.		суммарная длина корней, см	кол-во обслед. корней 1-го пор.
					длина, см/%	кол- во		
Суходольные местообитания								
А	0,50	22	один.	27,4/61,4	17,2/38, 6	5	44,6	3
Б	0,8-1,0	18-25	один.	25,4/68,6	11,6/31, 4	7	37,0	9
В	1,3-1,6	20-30	один.	188/41,5	265/58, 5	130	453,0	10
Г	0,8-1,0	20-25	гн.(2-4)	10,9/32,7	22,4/67, 3	67	33,3	3
Влажные местообитания								
Д	0,8-1,1	17-25	один., гн.(2)	39,0/23,5	127,2/ 76,5	61	166,2	11

* данные приведены в расчете на один скелетный корень, т.е. корень 1-го порядка;
Способ произрастания: один. – одиночное, гн.(2-4) – групповое от 2 до 4 экземпляров в гнезде.

Сообщества расположены как в суходольных (сосняки разнотравно-черничный и разнотравный, сосняки с березой и осиной разнотравные и березняк разнотравный – 5 ПП), так и более влажных (березняки вейниково-крапивный и осоково-вейниковый – 2 ПП) местообитаниях. С увеличением увлажнения почвы снижается конкуренция со стороны древесного яруса и подлеска и незначительно увеличивается освещенность нижних ярусов. Наибольшее количество подроста кедра имеется в сосняке разнотравном, наименьшее – в сосняке с березой разнотравном и березняке осоково-вейниковом. Благонадежный и разновысотный подрост кедра при достаточном его количестве имеется в сосняке с березой и осиной разнотравном, наиболее угнетенный – в сосняке разнотравном [5].

Анализ четырех модельных деревьев кедра близкого возраста (17-25 лет) показал, что длина корня 0-го порядка¹ равна 29-42 см. При этом все корни следующих порядков (боковые и придаточные) расположены только в верхних 10-12 (15) см почвы. Такое несоответствие длины корня 0-го порядка глубине осваиваемой им части почвы вызвано изгибами главного корня, а также полеганием гипокотилия и нижней части стволика [1-3].

В сообществах относительно сухих местообитаний (сосняк разнотравный, сосняк с березой разнотравный) у кедра преобладают корни 2-го порядка по количеству (60-62%) и корни 1-го порядка по длине (64-72%). В более влажном местообитании (березняк осоково-вейниковый) их доля снижается примерно в 2 раза (31 и 30% соответственно) и возрастает доля корней следующих порядков ветвления (3-го по количеству – 36% и 2-го по длине – 44% соответственно). В первом случае корни более или менее равномерно распределены в осваиваемом слое почвы, во втором – преобладают в верхней трети (рис. 1).

Угнетенная особь в сосняке разнотравном имеет большую суммарную длину корней (в 1,3-1,4 раза) по сравнению с не угнетенными особями такого же возраста из других сообществ (табл., А, Б, рис. 1, А-В) в основном за счет большей длины корней 2-3-го порядка. Это, скорее всего, обусловлено более высокой корневой и световой конкуренцией со стороны деревьев и подлеска. Особь кедра в березняке осоково-вейниковом при близких абсолютных и более высоких относительных параметрах ствола и кроны по сравнению с таковыми из сообществ более сухих местообитаний имеет более разветвленную корневую систему (порядок ветвления 6-й, суммарное количество корней в 1,9-2,4 раза больше). Последняя сосредоточена в тонком приповерхностном слое почвы (рис. 1, Г, Б). В этом случае основным фактором развития корневой системы, видимо, являются недостаток кислорода в почве из-за ее переувлажнения.

Анализ строения приповерхностных скелетных корней модельных деревьев показал, что при увеличении высоты и возраста особей существенно увеличивается суммарная длина (в 12,2 раза) и количество (в 18,6 раза) корней 1-6-го

¹ На самом деле корень 0-го порядка – это образование, представляющее собой последовательно главный корень, гипокотиль и основание полегшей части стволика, т.е. подземную осевую часть дерева, на которой развиваются боковые и придаточные корни.

порядка и снижается относительная длина корней 1-го порядка в формировании их корневой системы (табл. Б-В, рис. 2, А-В). У молодых деревьев, произрастающих гнездами в сообществах суходольных местообитаний, усиливается ветвление корней (в 9,6 раза) при снижении их общей длины (табл., рис. 2, Б, Г). У особей, произрастающих в сообществах более влажных местообитаний, увеличиваются ветвление (в 8,7 раза) и длина (в 4,5 раза) этих приповерхностных корней по сравнению с особями такой же высоты суходольных местообитаний (табл., рис. 2, Д, Б).

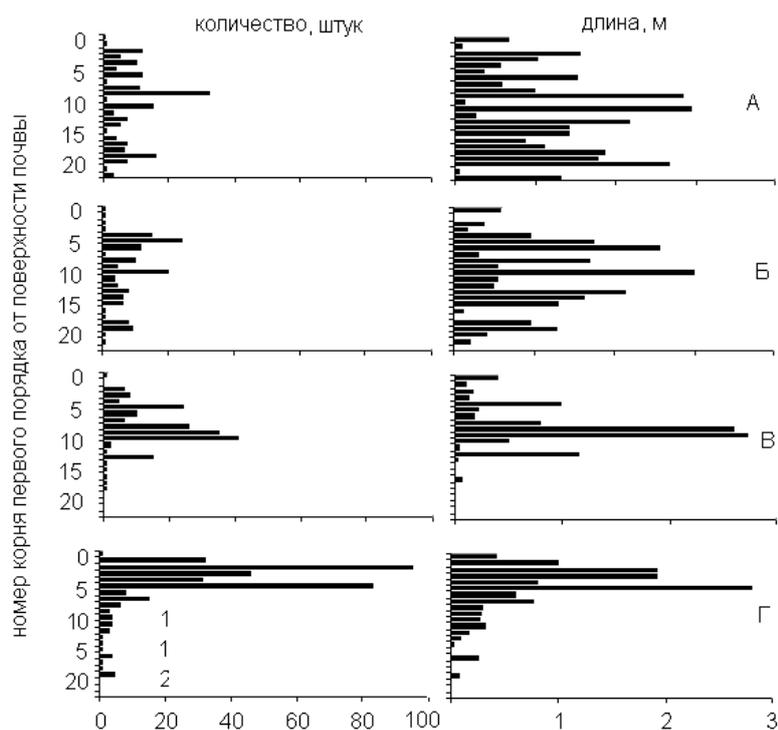


Рис. 1. Суммарное количество и длина корней 1-6-го порядков ветвления по профилю корня 0-го порядка у 17-25-летних особей кедра сибирского под пологом леса

0 – корень 0-го порядка,

1-22 – порядковые номера скелетных корней (1-й порядок ветвления).

Сообщества: А – сосняк разнотравный, Б – сосняк с березой разнотравный, В – сосняк с березой и осиной разнотравный, Г – березняк осоково-вейниковый.

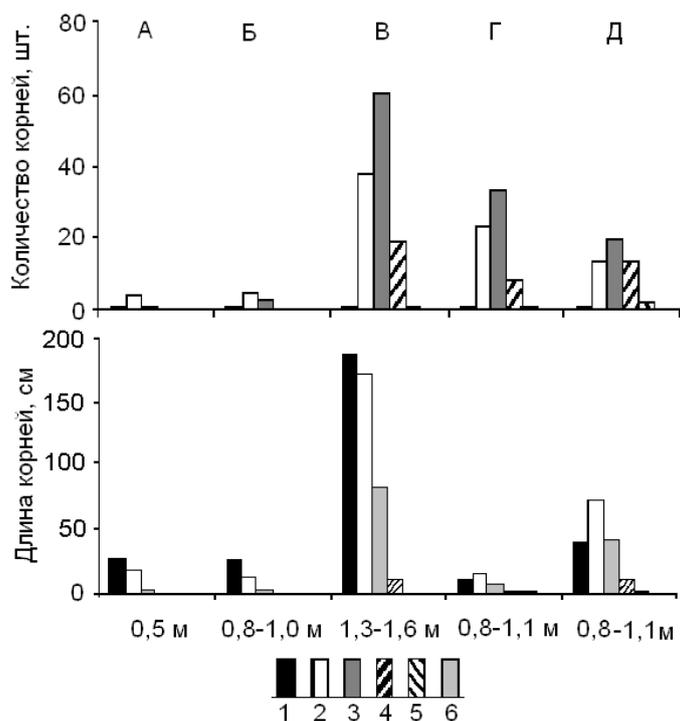


Рис. 2. Среднее количество и длина корней 1-6-го порядков ветвления на скелетных корнях, растущих в самом верхнем слое почвы, у кедра сибирского под пологом леса

Сообщества: А-Г – суходольных и Д – влажных местообитаний.

Способ произрастания: А-В, Д – одиночно, Г, Д – группами от 2 до 4 экземпляров в гнезде (см. табл.).

1-6 – порядки ветвления корней. По оси абсцисс – группы высот особей.

Таким образом, при возрастном развитии особей кедра сибирского существенно увеличивается суммарная длина и степень ветвления корневой системы и как следствие осваиваемая корнями площадь почвы, особенно верхнего 5-сантиметрового слоя. Это является естественным процессом в онтогенезе дерева [1-3]. У угнетенных особей кедра по сравнению с не угнетенными близкого возраста в сообществах суходольных местообитаний наблюдается незначительное увеличение суммарной длины корней, что, по-видимому, вызвано недостатком влаги и минеральных веществ в почве как результат конкуренции со стороны древесного яруса. При увеличении влажности почвы охват почвенной толщи корнями осуществляется как за счет их ветвления, так и их усиленного роста в относительно благоприятном приповерхностном слое почвы, что связано с более высокой аэрацией последнего по сравнению с нижерасположенными слоями. Другими словами, усиление неблагоприятности условий произрастания, какими бы причинами они не были вызваны (меж- или внутривидовая конкуренция за ресурс, избыток или недостаток ресурса в почве, обусловленный

внешними факторами), в первую очередь, приводит к усилению степени ветвления корневой системы подростка кедра сибирского, во вторую, – к увеличению суммарной длины корней.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красильников П.К. Придаточные корни и корневая система у кедра в Центральном Саяне // Ботан. журн. – 1956. – Т. 41, № 8. – С. 1194-1206.
2. Некрасова Т.П. Строение корневой системы кедра сибирского, ее значение для повышения урожая семян // Тр. по лесному хозяйству Сибири. – 1964. – Вып. 8. – С. 145-155.
3. Николаева С.А. Начальные этапы онтогенеза *Pinus sibirica* в условиях средней тайги // Ботан. журн. – 2002. – Т. 87, № 3. – С. 62-71.
4. Николаева С.А., Климова Н.В. Сезонная динамика травяного яруса лиственнично-сосновых травяных сообществ в пригородных лесах г. Томска // Вестник Томск. гос. ун-та. Биология. – 2010. – № 1 (9). – С. 78-92.
5. Николаева С.А., Панов А.Н. Сезонный рост и развитие побегов кедра сибирского под пологом сосновых и березовых насаждений // Лесоведение. – 2012. – № 3. – С. 59-68.
6. Филиппенко В.Н. Грави- и хемотропизмы первичных корней кукурузы при воздействии свинца и кадмия // Физиология растений. – 2001. – Т. 48, № 1. – С. 18-25.

© С.А. Николаева, А.Н. Панов, 2013

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СЕЗОННОГО РОСТА КЕДРА СИБИРСКОГО ПОД ПОЛОГОМ БЕРЕЗОВО-СОСНОВЫХ СООБЩЕСТВ НА ЮГЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Светлана Александровна Николаева

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, старший научный сотрудник лаборатории динамики и устойчивости экосистем, кандидат биологических наук, тел. (3822)49-27-43, e-mail: sanikoll@rambler.ru

Показаны особенности сезонного роста побегов подроста кедра сибирского в лиственнично-сосновых лесах на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (Обь-Томское междуречье, Томская обл.) за 2003-2012 гг. Рассмотрены сроки, продолжительность и скорость роста привершинных побегов с длиной осевой части 5-20 см в зависимости от погодных условий вегетационного сезона. Установлено, что конечная длина стеблей и хвои определяется продолжительностью и скоростью их роста. Последние, в свою очередь, зависят от продолжительности периода с оптимальными значениями тепла и влаги.

Ключевые слова: кедр сибирский, подрост, сезонный рост, березовые и сосновые сообщества, Обь-Томское междуречье.

MULTY-YEAR DYNAMICS OF SEASONAL GROWTH IN SIBERIAN STONE PINE UNDER BIRCH-PINE CANOPY IN SOUTHERN TOMSK OBLAST

Svetlana A. Nikolaeva

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academicheskyy prospekt, senior research scientists, PhD (candidate of biological sciences), laboratory of ecosystems dynamics and sustainability, tel. (3822)49-27-43, e-mail: sanikoll@rambler.ru

Peculiarities of seasonal shoot growth in Siberian stone pine undergrowth are described in deciduous-pine forests in the southern-eastern West Siberian Plain (the Ob-Tom Interfluve, Tomsk Oblast) during 2003-2012. Dates, duration and growth rate of shoots of 5-20 cm long are considered depending on weather in the growing season. The length of shoots and needles is determined by longevity and rate of their growth. The lasts depends on duration and periods with optimal magnitudes of warm and rain.

Key words: Siberian stone pine, undergrowth, seasonal growth, birch and pine communities, the Ob-Tom Interfluve.

В сосновых и лиственных лесах зеленой зоны г. Томска широко распространен разновысотный и разновозрастный подрост кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour). Проведение мониторинга за состоянием этих лесов является необходимым условием для понимания их устойчивости и динамики под воздействием естественных и антропогенных факторов. Часть пригородных лесов имеет невысокую рекреационную нагрузку, т.е. их сообщества по составу и функционированию близки к фоновым. Исследования сезонной динамики компонентов этих сообществ, в т.ч. подроста, позволяют установить взаимосвязи между ними в ритме природных явлений, понять многие важные стороны их

биологии и экологии [2 и др.], что имеет определенное значение для оценки качества подростка. В данном сообщении показаны особенности сезонного роста побегов подростка кедрового сибирского в пригородных лесах на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (Обь-Томское междуречье, юг Томской обл.).

Сезонная динамика роста побегов кедрового сибирского наиболее изучена в культурах. Установлено, что у кедрового сибирского в зависимости от возраста, размеров и состояния дерева и географических и экологических условий существования продолжительность роста осевой части (стеблей) побегов составляет 30-70 дней и хвои – 36-60 дней [1, 3, 6, 7 и др.]. Такие исследования молодых особей кедрового сибирского в Западной Сибири практически отсутствуют [3, 7].

Сезонный рост побегов подростка кедрового сибирского изучался в трех сообществах: сосняке разнотравном, сосняке с березой и осинкой разнотравном и березняке вейниково-крапивном. Возраст древостоев этих сообществ составляет 60-75 лет, высота сосны – 25-27 м, диаметр 39-41 см, березы – 18-19 м и 18-22 см соответственно. Подрост густотой 0,3-1,2 тыс. экз./га представлен в основном кедром. Средняя высота кедрового сибирского составляет 1,3 м при ее варьировании от 0,1 до 4,1 м. Подлесок редкой и средней густоты. Травяной ярус хорошо развит во всех сообществах. Его высота колеблется от 50-60 до 90-110 см, а проективное покрытие – от 65-85% до 80-90%. Почвы – светло-серые лесные на песчаных отложениях [5, 6].

Сезонная динамика роста побегов исследовалась по общепринятым методикам [4]. У модельных особей высотой 1-1,6 м для анализа были отобраны привершинные (лидерные и боковые) побеги длиной 5-20 см. Длину стеблей и хвои измеряли с точностью до 0,1 мм в начале их роста, и до 0,5 мм в дальнейшем. Периодичность наблюдений в период интенсивного роста составила 3-4 дня в 2003-2004 гг. и 5-7 дней в 2002, 2005-2012 гг. За критерий выделения периода роста побегов приняли время, когда среднесуточная скорость роста была больше нуля, а периода интенсивного роста – не менее 0,5 мм.

За период наблюдений 2002-2012 гг. длина стеблей колебалась от 7,5 до 12 см, хвои – от 9 до 10,5 см. Вариабельность длины стеблей как в течение одного вегетационного сезона (23-44%), так и в многолетней динамике (45%) была существенно выше, чем хвои (10-18% и 18 соответственно). За этот период близкие к средним значениям длины стебли образовались в 2009 г., а хвои – в 2007 и 2008 г. Минимальная длина стеблей была в 2003 и 2004 г., максимальная в 2008 г., а хвои – в 2009 и в 2004 г. соответственно (табл. 1).

Кривые прироста побегов (стеблей и хвои) имеют вид параболы. Они разбиваются на три части с разной скоростью роста: (1) первоначального медленного, (2) быстрого, или интенсивного, и (3) последующего медленного роста (рис. 1, 4-5). Ниже проанализирован только период интенсивного роста.

За 11 лет наблюдений стебли начинали интенсивно прирастать в среднем 9 (8) мая и заканчивали 16 (15) июня, хвоя – 30 (29) мая и 18 (17) июля соответственно. Средняя продолжительность интенсивного прироста стеблей составила 39 дней при средней скорости роста 2,1 мм/сутки. Продолжительность роста

хвои больше (50 дней), а скорость роста, как правило, ниже (1,7 мм), чем у побегов (табл. 2).

Таблица 1

Длина побегов кедра сибирского под пологом леса

Год	Стебель			Хвоя		
	X±m, см	C _v , %	n	X±m, см	C _v , %	n
2003	7,7±0,28	28,3	59	9,4±0,14	11,2	57
2004	7,5±0,29	23,4	36	10,6±0,30	15,8	31
2005	9,8±0,62	39,4	39	10,1±0,23	13,4	34
2006	9,8±0,70	43,7	37	10,3±0,25	15,0	37
2007	8,0±0,79	40,7	17	9,6±0,23	10,5	19
2008	11,8±1,10	42,7	21	9,6±0,21	10,1	21
2009	9,5±0,88	44,1	23	8,8±0,30	16,2	23
2010	9,7±0,93	45,8	23	10,3±0,29	13,3	23
2011	10,7±0,98	42,9	22	10,2±0,22	9,8	22
2012	10,4±0,82	38,4	24	9,0±0,31	18,2	27
среднее	9,5			9,8		

В выборки вошли побеги с длиной осевой части от 5 до 20 см.

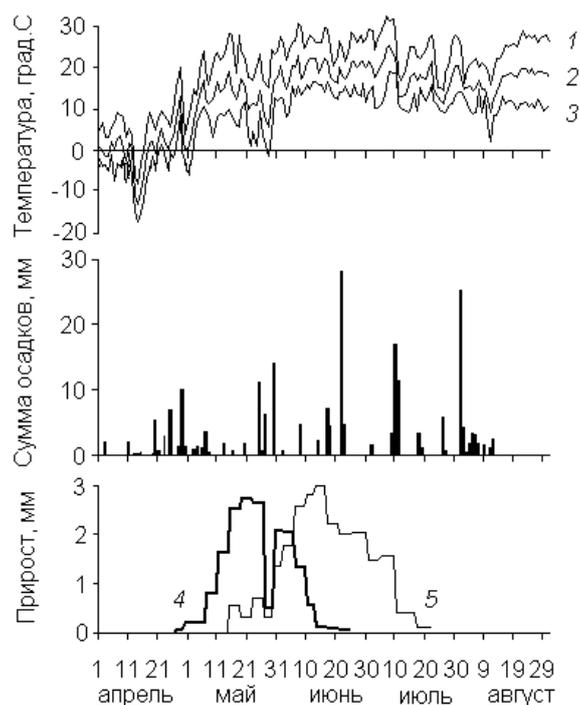


Рис. 1. Пример динамики среднесуточной температуры (1 – минимальной, 2 – средней, 3 – максимальной) и суммы осадков по метеостанции Томск и прироста привершинных побегов (4 – стеблей, 5 – хвои) кедра сибирского в 2003 г. под пологом леса

Сроки начала и окончания интенсивного прироста стеблей и хвои в 2003 г. близки к средним за период наблюдений 2002-2012 гг.

Достижение средней длины частями побегов (стеблей в 2005, 2006, 2009, 2010, 2012 гг., хвои в 2007, 2008 гг.) наблюдалось в годы, когда и скорость и продолжительность роста близки к средним многолетним значениям. Минимальная их длина наблюдалась в годы, когда период интенсивного прироста частей побега был очень коротким (24 дня для стеблей в 2004 г.) при средней скорости роста, либо скорость роста была низкой (1,2-1,7 мм для стеблей в 2003, 2007 гг., 1,5 мм для хвои в 2009 г.) при разной длине этого периода. Максимальной длины осевая часть побега достигала в годы с высокой скоростью роста (например, 2,8 мм для стеблей в 2008 г.) при средней продолжительности периода интенсивного роста.

Таблица 2

Сроки, продолжительность и скорость интенсивного роста побегов кедра под пологом леса по данным периодических наблюдений

Год	Стебель				Хвоя			
	нач.	окон.	прод.	V	нач.	окон.	прод.	V
2002	8.V	12.VI	36		3.VI	23.VII	51	
2003	7.V	12.VI	37	1,74	23.V	9.VII	48	1,64
2004	14.V	6.VI	24	2,30	24.V	17.VI	55	1,80
2005	11.V	18.VI	39	2,18	29.V	17.VII	50	1,86
2006	14.V	17.VI	35	2,39	5.VI	13.VII	39	2,22
2007	22.IV	17.VI	57	1,23	27.V	15.VII	50	1,75
2008	3.V	8.VI	37	2,80	26.V	20.VII	57	1,70
2009	4.V	13.VI	41	2,01	31.V	18.VII	49	1,46
2010	24.V	7.VI	49	1,94	7.VI	21.VIII	54	1,28
2011	2.V	11.VI	41	2,24	30.V	17.VII	49	1,80
2012	14.V	17.VI	35	2,43	20.V	19.VII	51	1,73
размах	22.IV- 22.IV	6.VI- 18.VI	24-57	1,23- 2,80	20.V- 7.VI	17.VI- 21.VIII	39-57	1,46- 2,22
среднее	9(8).V	16(15).VI	39,2	2,12	30(29). V	18(17).VII	50,2	1,72

нач. – начало, окон. – окончание, прод. – продолжительность роста, V – среднесуточная скорость роста (мм/сутки). В скобках даны даты для високосного года.

Как было установлено нами ранее [6], сроки, продолжительность и скорость интенсивного роста лидерных побегов, которая, в конечном счете, определяет длину стеблей и хвои, связаны с погодными условиями вегетационных сезонов роста. При этом в начале вегетации (май и 1-я декада июня) скорость их роста зависит от температуры воздуха, в дальнейшем – связи становятся менее однозначными.

Анализ зависимости прироста побегов от погоды в период их интенсивного роста показал, что наибольших значений среднесуточный прирост достигает в некотором интервале метеопараметров. Наибольший прирост стеблей возмо-

жен при минимальной температуре воздуха 6-14°, средней – 7-20° и максимальной 17-28° и сумме осадков не более 35 мм за интервал наблюдения. Наибольший прирост хвои наблюдается при более высоких температурах (11-17°, 17,5-23°, 23,5-28,5° соответственно) и меньшем количестве осадков (до 30 мм) (рис. 2). Прирост побегов резко снижается как в длительные периоды сухой и жаркой (в 2004 г. для стеблей) или холодной и дождливой, особенно с ливнями, (в 2007 г. для стеблей и в 2009 г. для хвои) погоды, так и в относительно короткие, несколько дней, периоды ненастной погоды (см. рис. 1). При этом длительный период неблагоприятной погоды во время интенсивного роста побегов способствует формированию коротких стеблей и хвои.

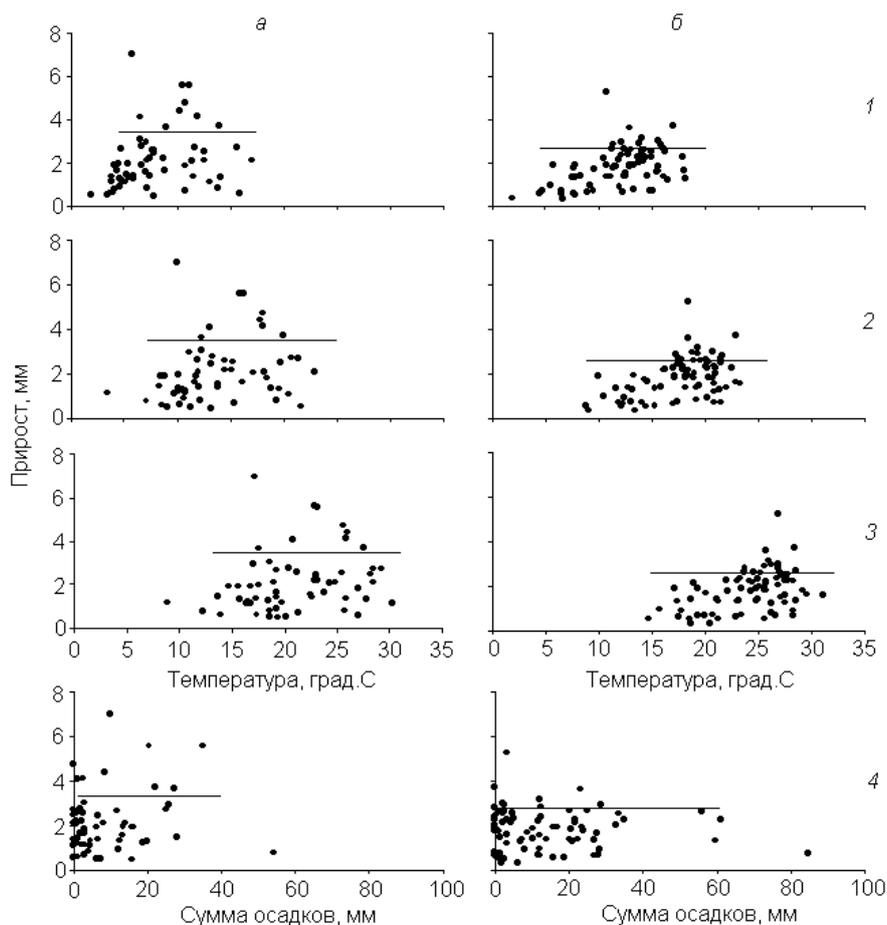


Рис. 2. Зависимость величины среднесуточного прироста стеблей (а) и хвои (б) от среднесуточной температуры (1 – минимальной, 2 – средней, 3 – максимальной) и суммы осадков за интервал наблюдения (4)

Горизонтальной линией показаны значения прироста, превышающие средние на одно стандартное отклонение (3,50 для стеблей и 2,71 для хвои)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Велисевич С.Н. Сезонная динамика роста побегов у виргинильных и зрелых деревьев кедра сибирского // Проблемы кедра. Экология кедровых лесов. – Томск. – 1992. – Вып 5. – С. 13-18.
2. Елагин И.Н. Сезонное развитие сосновых лесов. – Новосибирск: Наука, 1976. – 158 с.
3. Колобкова Г.П. Режим интенсивности прироста побегов у подроста некоторых хвойных как индикатор динамики лесных фитоценозов // Ритмы природы Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск, 1975. – Вып. 2. – С. 22-27.
4. Молчанов А.А., Смирнов В.В. Методика изучения прироста древесных растений. – М.: Наука, 1967. – 100 с.
5. Николаева С.А., Климова Н.В. Сезонная динамика травяного яруса лиственнично-сосновых травяных сообществ в пригородных лесах г. Томска // Вестник Томск. гос. ун-та. Биология. – 2010. – № 1 (9). – С. 78-92.
6. Николаева С. А., Панов А. Н. Сезонный рост и развитие побегов кедра сибирского под пологом сосновых и березовых насаждений // Лесоведение. – 2012. – № 3. – С. 59-68.
7. Огиевский В.В., Медведева А.А. Основы агротехники лесных культур в лесах Западной Сибири. – Красноярск: Красноярск. кн. изд-во, 1969. – 172 с.

© С.А. Николаева, 2013

ИЗМЕНЕНИЕ ЖИЗНЕННОСТИ ПОДРОСТА В ХОДЕ ИНВАЗИИ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В ПИХТОВЫЕ ЛЕСА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Елена Николаевна Пац

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, просп. Академический, 10/3, кандидат биологических наук, научный сотрудник, тел. (3822) 49-19-78, e-mail: patz_imces@mail.ru

Наталья Александровна Чернова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, просп. Академический, 10/3, кандидат биологических наук, научный сотрудник, тел. (3822) 49-19-78, e-mail: naitina@rambler.ru

В статье представлены результаты оценки состояния естественного возобновления пихтовых лесов в очагах массового размножения уссурийского полиграфа в Томской области. Определены основные параметры подроста, включая его жизненное состояние в связи с влагообеспеченностью местообитаний и действием ослабляющих факторов. Показано, что наихудшее текущее состояние подроста свойственно наиболее деградированным пихтовым насаждениям.

Ключевые слова: подрост хвойных пород, жизненное состояние, экологические шкалы.

CHANGE OF VITALITY OF UNDERGROWTH DURING INVASION OF POLYGRAPHUS PROXIMUS IN FIR FORESTS OF TOMSK OBLAST

Elena N. Pats

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademichesky prospekt, Candidate of Biological Science, Research Scientist, tel. (3822)49-19-78, e-mail: patz_imces@mail.ru

Natalya A. Chernova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademichesky prospekt, Candidate of Biological Science, Research Scientist, tel. (3822)49-19-78, e-mail: naitina@rambler.ru

The regeneration of fir forests is estimated in the outbreak foci of invasive bark beetle *Polygraphus proximus* in the Tomsk Oblast. The main parameters of undergrowth including its vitality in relation to habitat moisture and weakened factors were determined. The worst state of the undergrowth is characteristics of the most degraded fir forests.

Key words: coniferous undergrowth, vitality, ecological scales.

Среди проблем воспроизводства лесных ресурсов Западной Сибири на первом месте стоят задачи повышения эффективности естественного лесовозобновления и реализации лесными экосистемами способности к самовозобновлению. Особую актуальность это приобретает в связи с экспансией нового инвазийного дальневосточного вида – уссурийского полиграфа *Polygraphus*

proximus Blandf. в таежные экосистемы юга Сибири [1]. Вызванная вспышкой размножения нового дендрофага трансформация пихтовых лесов привела не только к деградации древостоев и образованию обильного сухостоя, но затронула и подчиненные ярусы.

Наиболее объективно оценить успешность процессов возобновления пихтовых лесов под влиянием зоогенной сукцессии, инициированной уссурийским полиграфом, можно по количеству и жизненному состоянию подроста. При этом изучение трансформации пихтовых лесов, их устойчивости и роли в биосферных процессах требует выявления особенностей естественного возобновления в их взаимосвязи с компонентами фитоценоза и природной среды.

Наши исследования проводились в 2012 г. на юге Томской области в Ларинском государственном ландшафтном заказнике, являющемся соединительным элементом между южно-таежными лесами Западно-Сибирской равнины и северных отрогов Кузнецкого Алатау [2]. Нами было проведено определение видовой структуры, численности и морфометрических характеристик подроста (таблица) в насаждениях с очаговым усыханием пихты сибирской при сплошном перечёте на 4 трансектах площадью 0,005–0,02 га, заложенных на постоянных пробных площадях (ППП) размером 0,15–0,35 га. Для всех ППП с использованием стандартных экологических шкал Л.Г. Раменского [3] были количественно (в ступенях экологических факторов) оценены увлажнение и трофность местообитаний.

Таблица

Основные показатели подроста в очагах размножения уссурийского полиграфа в Томской области

Номер пробной площади	Площадь трансекты, га	Отпад подроста (IV-VI категории состояния), %	Всходы, %	Состав подроста	Средняя высота, м	Подрост, тыс. шт./га	Lim возраста, лет
ППП 01-12	0,02	29	-	10П +Е	2,32±1,44 3,00±0,60	4,6 0,2	12–37 30–36
Итого					2,66±1,02	4,8	
ППП 02-12	0,01	28	2	9П 1Е	1,97±1,74 0,71±0,31	4,0 0,7	- -
Итого					1,34±1,03	4,7	
ППП 03-12	0,005	-	-	10П +К	0,35±0,04 0,18±0,001	15,2 0,8	4–25 5–8
Итого					0,27±0,021	16,0	
ППП 04-12	0,01	3	5	10П	0,44±0,37	6,5	1–24
Итого					0,44±0,37	6,5	

Расчеты экологических статусов местообитаний и последующая ординация пихтовых лесов показали, что они сформировались в сходных по влагообеспеченности и минеральному питанию условиях (рис. 1). Все изученные нами эко-

топы в целом близки экологическому оптимуму основного эдификатора растительных сообществ – пихты сибирской. В то же время нами отмечена тенденция к усилению степени деградации исходных таежных фитоценозов под влиянием вспышек размножения уссурийского полиграфа в более влажных местообитаниях.

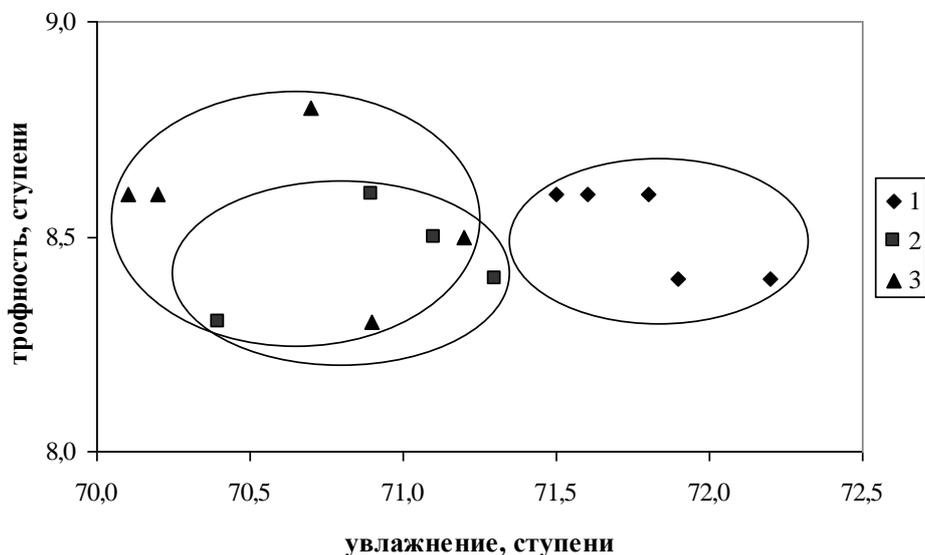


Рис. 1. Ординация пихтовых лесов в очагах массового размножения уссурийского полиграфа в системе экологических координат “увлажнение” – “трофность”. Условные обозначения: 1 – полная деградация древостоя (ППП 01-12); 2 – сильная деградация древостоя (ППП 04-12); 3 – сильное ослабление древостоя (ППП 02-12 и 03-12)

Жизненное состояние естественного возобновления мы определяли в ходе глазомерной оценки с использованием 6-балльной шкалы категорий состояния, с учетом характеристик кроны, наличия механических повреждений, перевершиниваний, поражения вредителями и болезнями [4]. Оказалось, что на всех ППП к моменту затухания очага уссурийского полиграфа зафиксировано достаточное количество подроста для восстановления исходных древостоев (в несколько раз больше требуемого минимума 1,5 тыс. шт./га). В то же время вызванное деградацией древостоя увеличение освещенности местообитаний приводит к изменению как напочвенного покрова, так и состояния подроста.

Сукцессионные изменения в слабо нарушенных пихтовых насаждениях, приуроченных к более сухим местообитаниям, проявляются в формировании низкотравного напочвенного покрова и незначительном ослаблении жизненного состояния подроста. На ППП 03-12 при довольно высокой сомкнутости естественного возобновления (около четверти площади фитоценоза) до 73% относятся к здоровым особям (рис. 2, В). На ППП 02-12 в виталитетном спектре увеличилось количество нежизнеспособных экземплярам (рис. 2, Б). Ослаб-

ляющими факторами в слабонарушенных пихтовых насаждениях является усыхание хвои, перевершинивание, образование ведьминых метел, рак стволиков и ветвей подроста, гибель верхушечной почки и поражение хермесом.

Естественное возобновление в средне поврежденных уссурийским полиграфом низкотравных и разнотравных сообществах, сходных по увлажнению и трофности местообитаний с предыдущими пихтачами, занимает в среднем 15% площади фитоценоза. Преобладают жизнеспособные экземпляры (ППП 04-12), в том числе отнесенные к I и II категории жизненного состояния всходы пихты (рис. 2, Г). Присутствие III и IV категории в виталитетном спектре объясняется сильным угнетением естественного возобновления в сообществах, находящихся на стадии количественной спелости [по Э.Н. Фалалееву, 5]. Ослабляющими факторами здесь являются гибель верхушечной почки (46%), поражение хермесом (59%), образование ведьминых метел (27%).

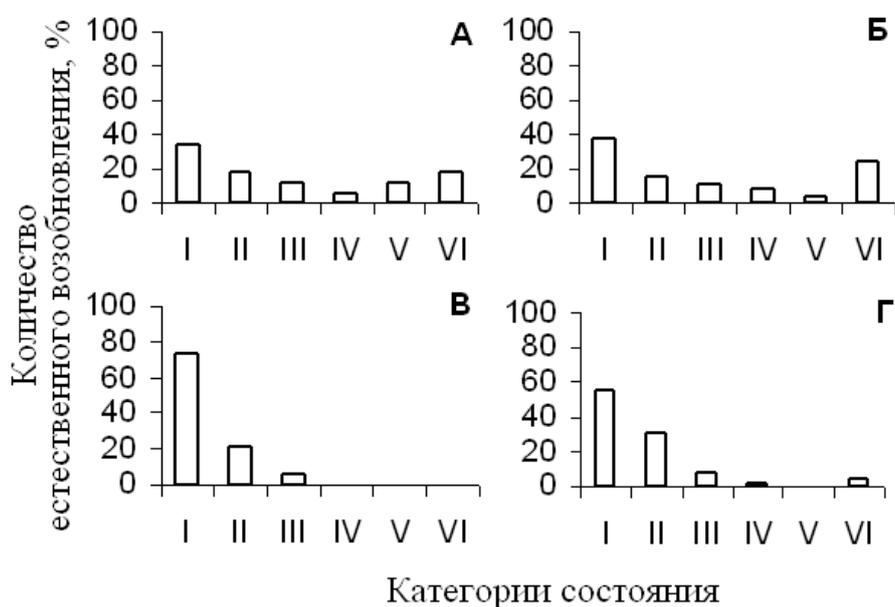


Рис. 2. Виталитетные спектры естественного возобновления в пихтовых лесах на разных стадиях трансформации. Слабо деградированные древостои – Б (ППП 02-12), В (ППП 03-12); средне деградированный – Г (ППП 04-12); полностью деградированный – А (ППП 01-12)

Полная деградация древостоя (ППП 01-12) под влиянием массового размножения уссурийского полиграфа наблюдалась в более сырых местообитаниях, где резкое осветление привело к формированию разнотравных и крупнопоротниково-разнотравных фитоценозов с высоким обилием крапивы двудомной. В виталитетном спектре подроста (рис. 2, А) наблюдается значительное смещение в сторону увеличения нежизнеспособных особей (до 36%). Одним из основных ослабляющих факторов здесь является высокий процент атак короедов на пихтовый подрост (64%) с внесением фитопатогенных офиостомовых

грибов, чего мы не наблюдали на других пробных площадях. Кроме того, негативное влияние на состояние естественного возобновления оказывает перевершинивание (34%), усыхание хвои (33%), рак стволиков и ветвей подроста (29%).

Таким образом, нарушенные пихтовые леса в исследованном нами районе при отсутствии антропогенных воздействий и затухании очага размножения насекомых-вредителей в дальнейшем могут восстановиться пихтой. Однако, несмотря на достаточное для возобновления материнских древостоев количество подроста, резкое осветление приведет к увеличению периода их восстановления. Это связано с тем, что численность выживания самосева и подроста зависит от степени сомкнутости крон и, соответственно, изменения густоты травяного покрова. В целом жизнеспособность естественного возобновления отражает соответствие условий среды потребностям растений, и проведенное нами сопоставление виталитетных спектров подроста с экологическими статусами местообитаний пихтовых лесов показало тенденцию к ухудшению состояния хвойного подроста по мере повышения уровня влагообеспеченности местообитаний.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-04-00801-а).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кривец С.А., Керчев И.А., Анисимов В.А. Уссурийский полиграф как фактор деградации пихтовых лесов в Томской области // IX Сибирское совещание по климато-экологическому мониторингу: матер. российской конф. – Томск: Аграф-Пресс, 2011. – С. 170–171.
2. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Керчев И.А., Пац Е.Н., Чернова Н.А. Влияние массового размножения инвазийного дендрофага уссурийский полиграфа на состояние компонентов пихтовых лесов в Томской области // 8-й Всероссийский симпозиум «Контроль окружающей среды и климата: КОСК-2012». – Томск, 2012. – С. 197-198.
3. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М. – 1956. – 472 с.
4. Пац Е.Н. Оценка естественного возобновления в темнохвойных лесах Томской области, поврежденных уссурийским полиграфом // IV Междунар. конф., посвященная памяти Ю.А. Львова, “Биогеоценология и ландшафтная экология: итоги и перспективы”. – Томск. – 2012. – С. 255-259.
5. Фалалеев Э.Н. Пихтовые леса Сибири: Автореф. дис.... докт. сельхоз. наук: – Красноярск: Ин-т леса и древесины СО РАН, 1967. – 51 с.

© Е.Н. Пац, Н.А. Чернова, 2013

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА И РАДИАЛЬНЫЙ РОСТ ЛИСТВЕННИЦЫ НА МОЛОДЫХ МОРЕНАХ СЕВЕРО-ЧУЙСКОГО ХРЕБТА

АНАТОЛИЙ ЮРЬЕВИЧ БОЧАРОВ

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический 10/3, научный сотрудник лаборатории динамики и устойчивости экосистем, тел. (3822)49-27-43, e-mail: bochar74@mail.ru

Елена Евгеньевна Тимошок

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический 10/3, заведующая лабораторией динамики и устойчивости экосистем, тел. (3822)49-27-43, e-mail: timoshokee@mail.ru

Анализ древесно-кольцевых хронологий лиственницы сибирской и структура ее насаждений позволили установить особенности реакции лесной растительности на климатические изменения, в частности, на динамику ледников. Выделено участие лиственницы в составе первичных сообществ и выявлены периоды, и интенсивность ее заселения на отложенные морены. Определены состав и структура насаждений, особенности реакции прироста на климатические факторы.

Ключевые слова: радиальный рост, возрастная структура, высокогорные леса, лиственница, ледники, морены.

AGE STRUCTURE AND RADIAL GROWTH OF LARCH ON THE YOUNG MORAINES IN THE SEVERO-CHUISKY RANGE, THE ALTAI MOUNTAINS

Anatoly Yu. Bocharov

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky prospekt, research scientist of the Laboratory of ecosystem dynamics and sustainability, tel. (3822)49-27-43, e-mail: bochar74@mail.ru

Elena E. Timoshok

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky prospekt, header of the Laboratory of ecosystem dynamics and sustainability, tel. (3822)49-27-43, e-mail: timoshokee@mail.ru

Tree ring width chronologies in Siberian larch (*Larix sibirica*) and structure of its stands were analyzed to find patterns of forest response on climate changes and the glacier dynamics. Larch took part in the primary communities. Periods and intensity of its colonization of the moraines were determined. Composition and structure of the stands as well as the patterns of radial increment response on climate changes were determined.

Key words: radial growth, age structure, high elevation forests, larch, glaciers, moraines.

Глобальные и региональные климатические изменения на сегодняшний день являются одними из актуальных, так как подобные изменения влияют на веками сложившееся процессы развития лесных экосистем, такие как плодоношение, сохранность и приживаемость подроста, смены породного состава. Из-

менения влажностного и термического режимов территорий могут привести к смещению границ ботанико-географических зон.

Высокогорные центры современного оледенения Алтая и молодые моренные комплексы, сформировавшиеся после отступления ледников, начавшегося в конце XIX века, являются уникальными модельными полигонами для исследований возрастной структуры насаждений образовавшихся на молодых моренах ледников и радиального прироста деревьев, произрастающих в пессимальных условиях приледниковых морен. Деревья на верхнем пределе произрастания, вследствие суровых условий существования, обладают быстрой и четкой реакцией на изменяющиеся условия окружающей среды, выражающейся как в снижении радиального прироста деревьев, так и в изменении структуры древостоев.

Морены ледников – своеобразные ландшафты, образующиеся при их отступании. Они представляют несортированные ледниковые отложения, сложенные обломками разной величины – от крупных валунов до мелкого моренного ила, образовавшегося при перетирании обломков ледником. Молодые морены ледников, сформировавшиеся с середины XIX в. до настоящего времени хорошо выделяются в рельефе долин и ограничены высокими конечно-моренными валами этого времени [1].

Мониторинг популяций лиственницы проводился в 2000-2010 гг., в Северо-Чуйском центре современного оледенения в двух модельных горноледниковых бассейнах Актру и Корумду, на молодых моренах долинных ледников Малый Актру (2200-2240 м над ур. м.) и Корумду (2240-2300 м над ур. м.), граничащих с современным горно-лесным поясом, а также – на моренах ледника Большой Актру (в 1960-1964 гг. распался на два отдельных ледника Левый Актру и Правый Актру, [2], расположенных значительно выше современной границы леса (2390-2530 м над ур. м.).

На молодых моренах ледника Малый Актру, на третьей разнотравно-мохово-ивово-березковой (ерниковой) стадии первичной сукцессии, на территории, освободившейся ото льда в 1900-1911 гг. (расстояние от современного языка ледника Малый Актру – 400-700 м) в молодых насаждениях лиственницы выделяются три возрастные группы, со средним возрастом 89, 73 и 55 лет (рис. 1). При этом, возрастные и морфологические показатели насаждений на право- и левобережье р. Актру очень близки. На моренах, отложенных позднее (расстояние от ледника до 200-400 м), на второй, разнотравно-мохово-ивовой стадии сукцессии, единичные молодые деревья лиственницы сибирской отмечены на участках освободившихся ото льда в 1926-1936 и 1916-1921 гг. Средний возраст деревьев в этих фрагментах - 64 и 54 года.

На пионерной стадии сукцессии (расстояние от ледника 10-200 м), на моренах этого ледника молодые особи лиственницы во все годы наблюдений отсутствовали.

На молодых моренах ледника Корумду, на расстоянии около 800 м от ледника (фронтальная морена), в молодом насаждении лиственницы присутствуют две возрастные группы (рис. 1), со средним возрастом 92 и 64 года. Возраст выделенных возрастных групп близок с таковым, отмеченным на третьей

стадии сукцессии на молодых моренах ледника Малый Актру, На расстоянии 300-400 м от ледника Корумду, на второй, мохово-ивово-разнотравной стадии сукцессии также выделены две возрастные группы, средний возраст которых несколько ниже – 65 и 56 лет, чем в предыдущем фрагменте. На этой стадии сукцессии отмечено сходство возраста старших поколений (I и II) лиственницы с возрастными группами деревьев на молодых моренах ледника Малый Актру в конце второй стадии (территория, освободившееся ото льда в 1926-1936 гг.).

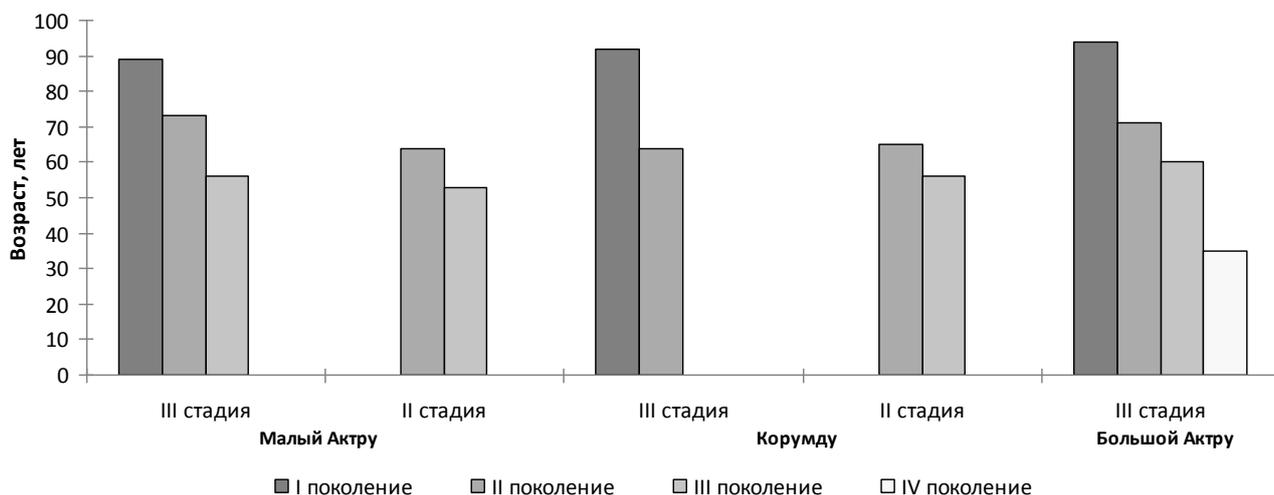


Рис. 1. Возрастная структура насаждений лиственницы на разных стадиях первичной сукцессии на молодых моренах ледников Малый Актру, Корумду и Большой Актру (Северо-Чуйский хребет)

На молодых моренах ледника Большой Актру лиственница сибирская единичными экземплярами встречается только на третьей, кустарничково-разнотравно-ивовой стадии сукцессии. В насаждениях лиственницы выделены четыре возрастные группы, основные (I и II) поколения присутствуют в насаждениях лиственницы произрастающей как на моренах ледника Малый Актру так и Корумду. Средние возраста первого и второго поколений лиственницы в целом близки для всех рассматриваемых участков относящихся к третьей стадии сукцессии. Средний возраст третьего поколения близок со средним возрастом деревьев лиственницы третьей возрастной группы с морен Малого Актру относящихся к третьей стадии сукцессии и с основным поколением лиственницы со второй стадии сукцессии морен Малого Актру и Корумду. Отличия заключаются в том, что на молодых моренах ледника Большой Актру на третьей стадии формируется еще и более молодое поколение лиственницы со средним возрастом деревьев 35 лет.

Для анализа радиального роста по образцам с 27 моделей лиственницы сибирской была получена обобщенная древесно-кольцевая хронология длительностью 118 лет (1892 – 2010 гг). При сравнении индивидуальных серий лиственницы сибирской с разных местообитаний варьирование коэффициента кор-

реляции составило 0,35-0,72, межсерийный коэффициент корреляции внутри индивидуальных серий 0,57. Синхронность серий средняя (0,69).

Для выяснения влияния факторов климатической природы обобщенная хронология сравнивалась с погодичными среднемесячными климатическими характеристиками метеостанции Актру (2150 м над ур.м.) за период с 1958 по 1994 год. Наибольшую положительную связь с индексами прироста имеют весенне-летние температуры. Коэффициент корреляции с температурой мая +0,55, июня и июля +0,50. Отрицательная зависимость наблюдается с осадками июня (-0,34). Изменчивость прироста, объясняемая климатом, достаточно высокая. Высокая и значимая связь между весенне-летней температурой и индексами прироста позволила использовать их для расчета модели реконструкции температуры мая-июля (рис. 2). Уравнение линейной регрессии имеет вид: $T_{v. VII} = 14,36439Ind + 6,18008$. Статистические характеристики показывают хорошее качество модели ($F=34,49$ при $p < 0,00001$).

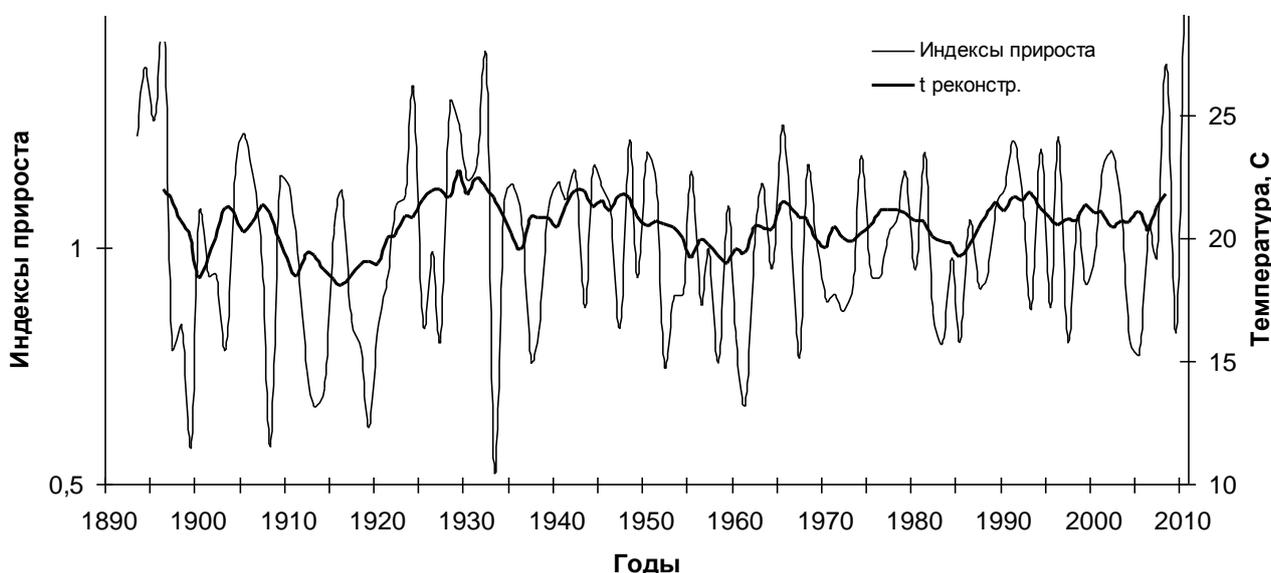


Рис. 2. Реконструированная сумма весенне-летних температур, сглаженная с шагом в 7 лет и индексы радиального прироста лиственницы сибирской в горно-ледниковом бассейне Актру

В результате мониторинга популяций лиственницы сибирской на модельных молодых моренах в двух горно-ледниковых бассейнах Актру и Корумду (Северо-Чуйский центр оледенения) выявлено значительное сходство в радиальном росте деревьев и в возрастном строении древостоев лиственницы сибирской на молодых моренах долинных ледников Малый Актру, Корумду и Большой Актру.

На основании вышесказанного можно заключить, что общим внешним фактором, определяющим динамику радиального прироста лиственницы на мо-

ренном комплексе малой ледниковой эпохи в горно-ледниковом бассейне р. Актру, является климат. Наибольший вклад (60%) в формирование годовичного прироста вносят температуры весенне-летних месяцев (май-июль).

Как показали наши исследования, на моренных комплексах малой ледниковой эпохи ледников Малый и Большой Актру снижение температуры воздуха происходило в начале XX века (1910-1923 гг.), в 60-х (1958-1962 гг.) и середине 80-х (1983-1987 гг.). В конце XX столетия (с 1987 по 1994 г.) наблюдается увеличение суммы температур весенне-летнего периода.

По мере удаления от современных языков ледников отмечено увеличение средних возрастов, диаметров и высот деревьев. Значительное увеличение основных показателей происходит на удалении более 500 м, где у деревьев лиственницы отмечено начало семеношения. Таким образом, роль лиственницы в формировании первичной растительности возрастает по мере продвижения от современных языков ледников к фронтальным моренам середины XIX в. Наиболее значительна она на третьей стадии постгляциальной сукцессии [3], на моренах, отложенных более 100 лет назад, где возраст самых старых особей достигает 97 лет. Для этой стадии установлено значительное сходство в возрастном строении насаждений лиственницы сибирской на моренах ледников Малый Актру, Корумду и Большой Актру. На всех моренах присутствуют особи основных поколений – первого и второго. Наибольшее число поколений (четыре) выявлено на моренах ледника Большой Актру.

На второй стадии сукцессии роль лиственницы значительно ниже. В конце этой стадии, на моренах, отложенных в 1916-1936 гг., возраст самых старых деревьев 65 лет. В горно-ледниковых бассейнах Актру и Корумду возрастной состав представлен двумя поколениями, практически одинаковых по возрасту.

Снижение возраста деревьев лиственницы по мере приближения к леднику указывает на заселение лиственницей участков молодых морен по мере освобождения территорий ото льда. При сохранении в дальнейшем существующих природных условий и отсутствии катастрофических воздействий возможно дальнейшее развитие выявленных молодых насаждений лиственницы сибирской на молодых моренах долинных ледников Северо-Чуйского хребта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Душкин М.А. Многолетние колебания ледников Актру и условия развития молодых морен // Гляциология Алтая. – 1965. – Томск: Изд-во ТГУ. – Вып. 4. – С. 83–101.
2. Окишев П.А. Некоторые замечания о деградации ледника Большой Актру // Гляциология Алтая. – 1965. Вып. 4. – С. 146–152.
3. Тимошок Е.Е., Нарожный Ю.К., Диркс М.Н., Скороходов С.Н., Березов А.А. // Динамика ледников и формирование первичной растительности на молодых моренах Центрального Алтая. – Томск. – 2008. – 206 с.

© А.Ю. Бочаров, Е.Е. Тимошок, 2013

ЗАБОЛАЧИВАНИЕ ЛЕСОВ НА ВАСЮГАНСКОЙ РАВНИНЕ

Наталья Александровна Чернова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический 10/3, кандидат биологических наук, научный сотрудник, тел. (3822) 49-19-78, e-mail: naitina@rambler.ru

Нина Николаевна Пологова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический 10/3, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, тел. (3822) 49-19-78, e-mail: pologova@imces.ru

Нина Владимировна Климова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический 10/3, младший научный сотрудник, тел. (3822) 49-19-78, e-mail: klimnin@sibmail.com

Исследована структура растительных сообществ в лесоболотных экотонах. Заболачивание лесов представлено пространственно-временными рядами со специфичным набором физиономических и биогеоценологических показателей. Смены сообществ прослеживаются по соотношению лесных и болотных видов растений. Геохимический фон территории обуславливает большую продолжительность стадии заболоченных лесов.

Ключевые слова: лесоболотный экотон, заболачивание лесов, лесообразовательный процесс, болотообразовательный процесс.

PALUDIFICATION OF FORESTS ON THE VASUGAN PLAIN

Natalya A. Chernova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky prospekt, Candidate of Biological Science, research scientist, phone (3822) 49-19-78, e-mail: naitina@rambler.ru

Nina N. Pologova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky prospekt, Candidate of Biological Science, senior research scientist, phone (3822) 49-19-78, e-mail: pologova@imces.ru

Nina V. Klimova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky prospekt, junior research scientist, phone (3822) 49-19-78, e-mail: klimnin@sibmail.com

Structure of plant communities was studied in forest-bog ecotones. Forest paludification is spatial and temporal series with specific morphological and biocoenotic parameters. Plant community changes are detected by proportion between forest and bog plant species. Geochemical background of the area promotes more longevity of the stage of the swampy forests.

Key words: bog-forest ecotones; forest paludification, forest-forming processes; bog-forming processes.

На границе лес-болото формируются переходные полосы, характеризующиеся взаимопроникновением элементов смежных ландшафтов и разнонаправленными процессами лесо- и болотообразования. Степень выраженности этих двух процессов косвенно индицируется особенностями развития и продуктивности древесного яруса, соотношением экологических групп растительности и фитомассой гигро- и гидрофитных трав и мхов [1, 2].

Для выявления соотношения лесообразовательного и болотообразовательного процессов были исследованы автоморфные и заболоченные леса в зоне влияния водораздельных болот на склоновые суходольные ландшафты центральной части Васюганской равнины. При этом пространственная структура переходных полос (лесоболотных экотонов) рассматривается нами в качестве модели отдельных временных состояний сообществ, находящихся на разных стадиях гидроморфной трансформации местообитаний. В структуре экотона выделены: болото, болотная часть экотона с переувлажненными (торфянистыми) почвами, лесная часть экотона с периодически увлажняемыми почвами, собственно лесные экосистемы (автоморфная часть). В нашей работе мы оценивали пространственно-временную динамику лесоболотных экотонов по изменению обилия лесных и болотных видов травянистых сосудистых растений и моховидных, а также по соотношению мелколиственных и светлохвойных пород в составе древостоя.

В автоморфной части лесоболотных экотонов произрастают разнотравно-осочковые и травяные березовые и осиновые леса, под пологом которых идет восстановление темнохвойных пород. В таких местообитаниях формируется более или менее развитый многовидовой подлесок (до 40 % покрытия), образованный обычными лесными видами – рябиной сибирской, караганой древовидной, шиповником иглистым и другими. Характерной особенностью напочвенного покрова является высокое видовое разнообразие травянистых растений, предпочитающих среднее не избыточное увлажнение, представленных обычными для лесных экосистем видами разнотравья, осок, злаков, крупно- и мелко-травья, а также формирование разреженного мохового покрова из лесных зеленых мхов.

Лесная часть экотона занята обычно осоково-вейниковыми и хвощово-вейниковыми сырыми березняками. В сильно разреженном подлеске кроме обычных лесных видов появляются влаголюбивые смородина черная, спирея иволистная и другие. В довольно густом многовидовом травяном покрове (проективное покрытие до 65%) основу составляет гигрофитный вейник тростниковидный с примесью мезофитных хвощей (лесного и лугового) и гидромезофитных и гигрофитных осок (седеющей, двусемянной, влагалищной и шароплодной). Рыхлый мозаичный моховой покров сформирован в основном влаголюбивыми зелеными мхами, такими как плагиомниум эллиптический, климациум древовидный и каллиергон сердцевиднолистный, при незначительном участии сфагновых мхов.

В болотной части экотона в древесном ярусе содоминируют береза и сосна, формируя кустарничково-осоково-моховые растительные сообщества. Вследствие резко-переменного режима увлажнения в течение вегетационного периода и выраженного биогенного микрорельефа напочвенный покров в таких местообитаниях разрежен. Его характерной чертой является высокое обилие болотной осоки шароплодной (до 35 % покрытия) и постоянное присутствие хвоща лесного. Кустарничковый ярус также представлен смесью болотных и лесных видов (багульником, черникой и др.). В моховом покрове чередуются пятна мезофитных зеленых и влаголюбивых сфагновых мхов.

Реже, только на участках с выположенным микрорельефом, в болотной части экотона формируются хвощовые и хвощово-осоковые березняки с незначительной примесью сосны в древостое. Большое постоянство увлажнения и отсутствие резких перепадов поверхности обеспечивают условия для формирования более густого травяного покрова, проективное покрытие которого достигает 35-45% в хвощово-осоковых и 55-60% – в хвощовых березовых лесах.

Растительный покров верховых болот образован рослыми рядами, для которых характерен узкий набор экологических групп растений (гидромезофиты, гигрофиты, мезофиты). Основу напочвенного покрова формируют болотные виды: среди кустарничков преобладают багульник и хамедафне, а разреженный травяной ярус представлен влаголюбивыми осокой шароплодной и морошкой. Сплошной моховой покров образует сфагнум узколистый, но по повышению микрорельефа, индицируя послепожарные сукцессионные смены рослых рядов, формируются довольно крупные пятна лесных зеленых мхов – плеврозиума и дикранума многоножкового.

Пространственно-временные смены сообществ в лесоболотном экотоне прослеживаются по соотношению лесных и болотных видов трав и мхов. Специфичной чертой заболачивания лесов исследуемой территории является расширение сосны с периферии болот в местообитания находящиеся на ранней стадии гидроморфной трансформации. По направлению от границы леса к границе болота снижается продуктивность древостоев в соответствии с нарастанием увлажнения. В частности, деревья в возрасте 195 лет в центре рослого ряма равны по диаметру (25-27 см) деревьям 50-летнего возраста на его периферии (лесная часть экотона), характеризующимся максимальными годовыми приростами. Наблюдается асинхронность величины индексов прироста рослых рямовых сосен и сосны на периферии ряма вследствие различного отклика их на атмосферное увлажнение. Так, отмечается отрицательная корреляция величины прироста рямовых сосен с суммой осадков (запасами влаги) к началу вегетационного периода и положительная – прироста сосны из лесной части экотона.

Основываясь на модели лесоболотного экотона, развитие болотного процесса на территории Васюганской равнины можно представить описанными выше пространственно-временными рядами заболачивания: ландшафтными фациями, выстраиваемыми по нарастанию увлажнения, которые характеризуются, специфичным набором физиономических и биогеоценотических показателей. На начальных стадиях процесса заболачивания в лесных фитоценозах

происходят изменения исходных высокогумусных карбонатных почв. Накопление торфянисто-перегнойных подстилок на поверхности, но неглубокое выщелачивание карбонатов в глинистых почвах приводит к увеличению кислотности верхних горизонтов. Изменения в почвенном компоненте вызывают в свою очередь изменения в составе и соотношении видов в лесной экосистеме. Последующие стадии сопряжены с торфонакоплением, а затем и формированием собственно болотных ландшафтов.

Используя дистанционные методы анализа и данные по возрасту и скорости накопления торфа мы оценили модельную территорию по соотношению ландшафтных фаций разных стадий заболачивания. В зоне перехода от обширных болотных массивов, занимающих центральные части междуречий, к приречной дренированной территории с плоским рельефом и небольшими перепадами высот заболачивание активизируется подтоплением болотными водами. Это обуславливает комплексный растительный покров - чередование контуров суходольных и заболоченных лесов, а также мелкозалежных рямов. Фон составляют лиственные леса с подростом кедра, ели и пихты, мелкими ареалами выделяются леса влажных и сырых гидротопов. Извилистые формы ареалов заболоченных лесов свидетельствует о заторфовывании слабо оформленных стоковых понижений. На плоской поверхности непосредственного контакта с болотом при наличии большего количества локальных депрессий возрастает доля заболоченных лесов, находящихся на стадии смен темнохвойно-кедровых древостоев сосновыми рослямовыми. Меняется их конфигурация и размеры – от извилистых ленточных до округло-лопастных. Эти рямки автономного происхождения в нижней части залежи содержат древесно-осоково-сфагновые виды торфа, сменяющиеся выше верховыми пушицево-сфагновым и сфагновыми.

Сосна и кедр устойчиво занимают экологическую нишу влажных и сырых гидротопов. Здесь формируются близкие по напочвенному покрову к фитоценозам болотной части экотона смешанные кедрово-сосново-березовые осоково-сфагновые, кустарничково-сфагновые сообщества на перегнойно-торфяных и торфяных почвах с мощностью торфа от 45 см до 90-100 см. Залежь сложена в основном древесно-осоковым и древесным видами торфа. Возраст придонного слоя залежи в заболоченных лесах модельной территории составляет 3000-3200 лет (таблица). Очень низкие значения средних многолетних величин прироста торфяной залежи, нехарактерные для древесных видов торфа [3], связаны с высоким богатством почв, обуславливающим длительный период накопления перегнойных подстилок на начальных этапах заболачивания высокогумусных карбонатных почв. Считается, что повышение трофности усиливает лесообразовательный и ослабляет болотообразовательный процессы [2]. Кроме того, в заболоченных лесах в периоды сухих лет возможно и частичное выгорание торфа, что в итоге снижает значения интенсивности торфонакопления.

Возраст и скорость накопления торфа в заболоченных лесах

Состав древостоя/ подрост	Напочвенный покров	Преобладающий вид торфа, мощность залежи, см	Возраст придонного слоя, лет	Интенсивность торфонакопления, мм в год
5С4Б1К / 7К2С1Б	кустарничково-осоково-сфагновый	древесно-осоковый, 90	3023±30	0.30
9С1Б / 5С4Б1К	кустарничково-сфагновый	древесно-осоковый, 60	3182±35	0.19

Таким образом, анализ изменений в структуре и составе компонентов лесоболотных экотонов позволяет проследить ослабление лесообразовательного процесса и развитие болотного. Значительные площади заболоченных лесов сложного состава с участием сосны и кедра свидетельствует о прогрессирующем процессе современного заболачивания исследованной территории. Большая продолжительность стадии заболоченных лесов определяется геохимическим фоном, который характеризуется богатством местообитаний.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горожанкина С.М. Опыт классификации биогеоценозов эколого-генетического ряда «лес – болото» // Гидроморфные лесо-болотные экосистемы. – Красноярск: ИЛиД, 1986. – С. 5-17.
2. Глебов Ф.З. Взаимоотношения леса и болота в таежной зоне. – Новосибирск: Наука, 1988. – 184 с.
3. Пологова Н.Н., Лапшина Е.Д. Накопление углерода в торфяных залежах Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. – Томск: Изд-во ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2002. – С. 174-179.

© Н.А. Чернова, Н.Н. Пологова, Н.В. Климова, 2013

ДИНАМИКА СЕМЕНОШЕНИЯ ПЛЮС-ДЕРЕВЬЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО (PINUS SIBIRICA DU TOUR) В КЛОНОВЫХ АРХИВАХ

Александр Иович Земляной

Западно-Сибирский филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 630082, Россия, Новосибирск, а/я 45, ул. Жуковского, 100/1, научный сотрудник, канд. с.-х. наук, тел. (923)232-36-72, e-mail: zemlyanoyalex38@mail.ru

Александр Владимирович Шакиров

Новосибирский государственный аграрный университет, 630039, Россия, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, студент 5 курса, тел. (953)796-22-86, e-mail: a.shakirov89@mail.ru

В статье приведены данные о динамике семеношения лучших по семенной продуктивности клонов плюс-деревьев кедра сибирского. Выявлена значительная изменчивость элементов семенной продуктивности клонов, произрастающих в однородных экологических условиях. Отмечен более устойчивый характер динамики и величины урожаяв семян у клонов плюс-деревьев кедра.

Ключевые слова: генеративный процесс, динамика семеношения, мейоз в микроспорах, репродуктивный оптимум, семенная продуктивность.

THE DYNAMICS OF PLUS TREE SEED-SIBERIAN OF PINUS SIBIRICA DU TOUR IN CLONAL ARCHIVES

Alexander I. Zemlyanoy

West-Siberian branch of V. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 630082 Novosibirsk-82, call box 45, Zhukovsky street, 100/1, scientist, candidate of agricultural sciences, tel. 8-923-232-36-72, e-mail: zemlyanoyalex38@mail.ru

Alexander V. Shakirov

Novosibirsk state agrarian university, 630039, Novosibirsk, Dobrolyubov street, 160, the student 5 courses, tel. 8-953-796-22-86, e-mail: a.shakirov89@mail.ru

The article presents data on dynamics of seed-best in seed production plus tree clones of Siberian cedar. Considerable variability of the elements of seed production of clones growing in homogeneous environmental conditions. Described in more sustained dynamics and largest crop seed from plus tree of clones.

Key words: generative process, the dynamics of seed-bearing, meiosis in microsporocytes, reproductive optimum seed production.

Семенная продуктивность – интегральный показатель успешности осуществления генеративного процесса, который у деревьев кедра сибирского складывается из отдельных этапов и совершается в течение 3-х вегетационных периодов. В первый год (n) образуются зачаточные структуры женской и мужской половых сфер – микро- и мегастробилы. Во второй год (n+1) происходит дифференциация этих структур, формирование семяпочек, опыление и начальное прорастание пыльцы, которое вскоре прерывается. На третий год (n+2) из проросшей

пыльцевой трубки изливается спермий и оплодотворяет ядро яйцеклетки, в результате чего образуется зародыш и завершается созревание семян [4].

Исследования проводили на 33-летних деревьях клонового архива кедр, заложенного в Елбашинском урочище Искитимского лесничества Новосибирской области. Этот участок размещается на выравненном плато южной части Буготакских сопок (Приобский лесорастительный район). Выбор места оказался очень удачным по следующим причинам: расстояние более 100 км от естественных кедровников исключает опыление клонов фоновой пылью; отсутствие основных расхитителей семян в кроне деревьев кедр (кедровки, белок); удаленность плантаций от населенных мест и дорог, а также ограда плантаций и охрана их накануне созревания шишек – все это обеспечивает полноценный сбор урожая семян.

Территория плантаций и клоновых архивов характеризуется весьма благоприятными условиями произрастания: сочетанием плодородных с мощным гумусовым горизонтом темно-серых лесных и дерново-слабоподзолистых почв с достаточным увлажнением и хорошей дренированностью пологих склонов, а также высокой солнечной радиацией, умеренно теплым летом и сглаженной контрастностью температурного режима весной. Продолжительность вегетационного периода - 165 дней с накоплением суммы эффективных температур (выше +5°C) – 1469. Наиболее теплый период со среднесуточными температурами выше 15°C (с 5 июня по 25 августа) сопровождается обильными осадками: в июне – 43, в июле – 63 и августе – 56 мм.

В основу метода исследований положено выявление воздействий изменяющихся метеоусловий на успешность прохождения важнейших (критических) этапов генеративного процесса.

Установлено, что сроки наступления отдельных этапов определяются суммой накопленных эффективных температур. Важнейшим этапом в формировании семенной продуктивности является образование зачаточных примордиев и детерминация их в будущие мегастробилы. Их количество зависит от интенсивности фотосинтеза и накопления в меристемах продуктов ассимиляции накануне сексуализации зачатков. Влияние погоды на этот процесс можно наглядно проиллюстрировать на графике изменения среднесуточных температур и выпадения осадков в начале вегетации (апрель-май) 2006 г. (рис. 1).

Холодная погода вначале 1-й декады и резкие перепады температур во 2 и 3 декадах мая 2006г, а также последующее в середине июня похолодание обусловили замедление процессов фотосинтеза и снижение накопления метаболитов в меристемах верхушечных почек. Это отрицательно сказалось на закладке зачатков мегастробилов, вследствие чего в 2008г. наблюдался очень низкий урожай лишь на отдельных деревьях.

В вегетационные периоды с повышенным температурным режимом (2001, 2004, 2007гг.) наблюдалось интенсивное накопление продуктов фотосинтеза в меристемах верхушечных почек женских побегов, что обеспечило высокий уровень образования мегастробилов (год n) и обильные (год n+2), соответственно, в 2003, 2006 и 2009гг. урожаи шишек на деревьях клонового архива.

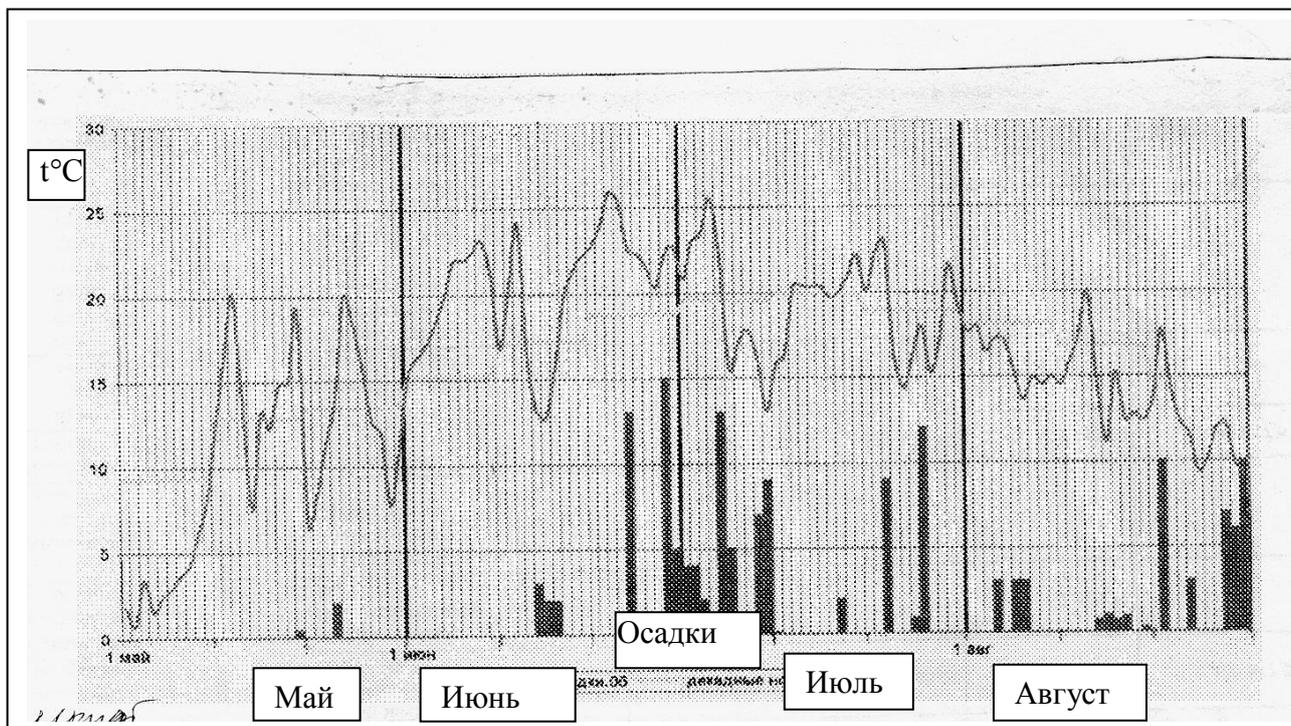


Рис. 1. Ход суточных температур и динамика выпадения осадков за май-август 2006г. (метеостанция Искитим Новосибирской области)

Условия погоды в мае, во время дифференциации мегастробиллов (год $n+1$) определяли в разные годы значительное варьирование количества - от 23 до 87 формирующихся в них фертильных семенных чешуй, поэтому созревшие шишки в соответствующие годы значительно различались не только по своим размерам (длине и диаметру), но и по содержанию в них полных и пустых семян.

Влияние метеофакторов очень сильно сказалось и на формировании органов мужской половой сферы: на количество мужских побегов во время образования и сексуализации их зачатков (год n , июнь); на число и размеры микростробиллов в период их дифференциации (год $n+1$, май). Критическим этапом в формировании пыльцы является прохождение мейоза в микроспороцитах. При воздействии даже незначительного заморозка $-1, -2^{\circ}\text{C}$ в 3-й декаде мая при накоплении суммы эффективных температур около 200 градусов отмечалось нарушение в расхождении хромосом в мейозе [2]. Это резко снижало жизнеспособность пыльцы, а в последующем вызывало гибель опылившихся такой пыльцой мегастробиллов.

Важнейшим этапом следует считать процесс опыления семяпочек в мегастробилах, который начинался на клоновых плантациях обычно в 1-й декаде июня при накоплении суммы эффективных температур 300 градусов, т.е. на 10-15 дней позже опыления у сосны обыкновенной. Характер опыления мегастробиллов кедра в годы наблюдений определялся динамикой температурного режима и относительной влажности воздуха, а также силы ветра накануне созревания и во время рассеивания пыльцы. При высоких среднесуточных температу-

рах и низкой относительной влажности воздуха отмечался “взрывной” тип опыления в течение 4-7 дней. Массовый вылет пыльцы начинался в полуденные часы при повышении температуры до 23-25°C с одновременным снижением относительной влажности воздуха до 50-35%. Скорость ветра определяла степень “вытряхивания” пыльцы из микроспорангиев и расстояние ее перемещения [3]. В отдельные годы из-за выпадающих осадков наблюдалось прерывание процесса опыления на 2-3 дня, вследствие чего отмечалось снижение опыленности семяпочек с образованием т.н. “череззерницы” в виде пояска в шишках с недоразвитыми чешуями и семенами под ними. Ежегодно в клоновом архиве наблюдалась незначительная (до 10%) гибель поздно вступивших в рецептивную фазу и, вследствие этого, недоопыленных мегастробилов. Вероятной причиной недоопыленности является малое количество формирующейся пыльцы у еще молодых деревьев кедра.

Влияние погоды на успешность прохождения отдельных этапов генеративного процесса отражалось как на формировании отдельных элементов (количество и размеры шишек, абсолютная масса и полнозернистость семян), так и на общей величине семенной продуктивности, которая значительно варьировала у разных клонов.

Динамика семеношения отобранных клонов кедра имела, в основном, общий характер. Однако, дерево №11 характеризовалось более устойчивой, а дерево №37 менее устойчивой динамикой, что, по-видимому, свидетельствует о значительном различии их генотипов, проявляющихся в разных сроках развития генеративных органов.

Таким образом, в условиях Буготакских сопкок колебание величины урожаев семян кедра в 2001-2012 гг. вызвано, главным образом, различием уровней образования зачатков мегастробилов, обусловленных характером температурных режимов в мае-июле (год n). Исследованиями С.Н. Горошкевича за аналогичный 13-летний период наблюдений в Нижне-Сеченовском припоселковом кедровнике (20 км западнее Томска), а также на границе средней и южной тайги Кеть-Чулымского междуречья (40 км юго-западной п. Белый Яр, урочища “Виссарионов бор”) установлено, что “... у кедра сибирского шишек всегда закладывается столько, что их достаточно для самого обильного урожая; но уже в самом начале следующей весны обычно происходит их более или менее массовая гибель (недоразвитие), которая в основном и обуславливает редкость обильных урожаев семян” [1]. Это свидетельствует о различиях основных причин снижения урожаев семян кедра в указанных районах.

Вероятно, высокая семенная продуктивность и устойчивая динамика семеношения в клоновых архивах кедра в южной части плато Буготакских сопкок определяется не только генотипами отобранных лучших деревьев, но и обусловлена выше указанной спецификой мезоклимата этого района. Здесь наблюдается раннее (в конце октября) выпадения снега, что предотвращает глубокое промерзание почвы, а более позднее таяние снега весной вызывает запаздывание начала вегетации кедра и тем самым в значительной степени снижает вредное воздействие поздневесенних заморозков на прохождение критических эта-

пов генеративного процесса (мейоз в микроспорах и опадение “озими”). Совокупность всех указанных факторов определяет более успешное семеношение клоновых архивов в сравнении с естественными и припоселковыми Базойскими кедровниками.

Таким образом, район южной части Буготакских сопок Новосибирской области является своеобразным **“репродуктивным оптимумом”** кедра сибирского, где обеспечиваются его успешное генеративное развитие и, как следствие этого, повышенные и устойчивые урожаи семян.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горошкевич С.Н. Динамика роста и плодоношения кедра сибирского. Уровень и характер изменчивости признаков [Текст] / С.Н. Горошкевич // Экология, 2008, № 3. – С. 181-188.
2. Земляной А.И. Особенности микроспорогенеза у кедра сибирского на Алтае [Текст] / А.И. Земляной // Изв. Сиб. отд. АН СССР, сер. биол. наук, вып. 3, 1971. – С. 51-58.
3. Земляной А.И. Влияние метеорологических факторов на характер пыльцевого режима кедра сибирского [Текст] / А.И. Земляной // Плодоношение лесных пород Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. – С. 90-98.
4. Некрасова Т.П. Биологические основы семеношения кедра сибирского [Текст] / Т.П. Некрасова // Новосибирск: Изд-во Наука, 1972. – 273с.

© А.И. Земляной, А.В. Шакиров, 2013

РОЛЬ СЕЛЕКЦИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ КЕДРА СИБИРСКОГО (PINUS SIBIRICA DU TOUR)

Александр Иович Земляной

Западно-Сибирский филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 630082, Россия, Новосибирск, а/я 45, ул. Жуковского, 100/1, научный сотрудник, канд. с.-х. наук, тел. (923)232-36-72, e-mail: zemlyanoyalex38@mail.ru

Подведены итоги многолетних исследований по селекции кедра сибирского на семенную продуктивность. Опыт создания на селекционной основе семенных плантаций кедра показал очень раннее начало вступления их в репродуктивную фазу, устойчивую динамику семеношения и более высокую семенную продуктивность по сравнению с естественными кедровниками. Это открывает широкие перспективы для создания промышленных плантаций (садов) для массового получения целебных, высокопитательных семян-орешков.

Ключевые слова: генофонд, плантации, плюсовые деревья, популяции, семенная продуктивность, селекция.

ROLE OF SELECTION IN SOLVING PROBLEMS OF PINUS SIBIRICA DU TOUR

Alexander I. Zemlyanoy

West-Siberian branch of V. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 630082, Russia, Novosibirsk, call box 45, Zhukovsky street, 100/1, scientist, candidate of agricultural sciences, tel. 8-923-232-36-72, zemlyanoyalex38@mail.ru

The results of many years of research on breeding of *Pinus sibirica* (Du Tour) for seed production. Experience of creating the basis for selection of seed orchards cedar showed a very early start of their entry into the reproductive phase, stable dynamics of seed-and higher seed production compared with natural stone cedar forests. This opens up the opportunity for creation of industrial plantations (gardens) for the mass production of medicinal, highly nourishing seeds-nuts.

Key words: gene pool, plantation, plus trees, population, seed production, selection.

Кедровые леса по разнообразию получаемой из них продукции являются уникальной растительной формацией. Область их распространения простирается на расстоянии 4500 км с запада на восток – от низовий р. Вычегды (49° 40' в.д.) до Алданского нагорья (127° 20' в.д.), а с севера на юг – на 2700 км: от Игарки (68° 30' с.ш.) до верховий р. Орхон в Монголии [10]. Общая площадь лесов с участием кедра более 30% составляет около 36 млн. га. Столь обширный ареал кедра свидетельствует о его большой экологической пластичности – способности произрастать в самых разнообразных условиях – от многолетне-мерзлотных почв и болот на Севере до каменисто-щебеночных грунтов в горах Алтая и Саян. Наиболее благоприятными для кедра являются хорошо дренированные, свежие суглинистые почвы на террасах рек и озер.

Особо важное значение кедровые леса приобретают в горных районах, где формируют верхнюю границу леса, выполняя при этом почвозащитную, вла-

госберегающую и водорегулирующую функции. Кедровники являются средой обитания многочисленных промысловых видов зверей и птиц.

В решении проблем повышения продуктивности, качества и устойчивости лесов основная роль отводится селекционным методам. Академик В.Н. Сукачев отмечал, что проблему преодоления времени в лесоводстве способна решить только селекция [9], поэтому среди основных научных задач, созданного им в 1944г. Института леса АН СССР на первом месте стояла “Разработка теории и методики селекции древесных пород в целях улучшения наших лесов...”. После перебазирования в 1959г. Института леса в г. Красноярск в его тематическом плане ведущее место отводилось кедровой тематике.

Особую роль в решении проблем кедр сыграла Научно-производственная конференция по комплексному использованию и воспроизводству кедровых лесов (Новосибирск, 1959), которая дала мощный импульс всестороннему изучению их природы. Развернувшиеся масштабные исследования на Урале (Институт экологии растений и животных), в Западной (Отдел леса Биологического института) и Восточной Сибири (Институт леса и древесины им. В.Н. Сукачева) обеспечили накопление знаний о строении кедровников в различных эколого-географических зонах, изменчивости таксационных показателей и их связей с величиной и динамикой урожаев семян кедр.

В 1972г. было принято Постановление Правительства о переводе лесного семеноводства на генетико-селекционную основу. Для научного обеспечения решения этой задачи был создан в г. Воронеже Центральный НИИ лесной генетики и селекции с сетью региональных селекционных лабораторий. В 1974г. в г. Новосибирске была создана лаборатория, ориентированная на проведение исследований по селекции кедр. Необходимость этих работ была вызвана значительным обеднением генофонда вследствие массовой вырубке в 1940-70гг. наиболее ценных, высокопроизводительных кедровников.

Отбор лучших – плюсовых деревьев кедр можно проводить на интенсивность роста, высокую смоло- и семенную продуктивность, но вероятность отбора деревьев, сочетающих все желательные признаки и свойства, очень мала. Максимальный селекционный эффект можно получить лишь при отборе деревьев по одному хозяйственному признаку.

Из всего многообразия полезностей кедр наибольшую ценность представляют его семена-орешки, которые служат не только кормом для многочисленных обитателей тайги, но и являются объектом массовых заготовок в качестве целебного и высокопитательного продукта. Цена 3-5 хороших урожаев семян кедр полностью окупает стоимость древесины. И.В. Мичурин считал грецкий орех пищей будущего, но очищенные ядра семян кедр сибирского по многим показателям значительно превосходят целебные свойства ядер грецкого ореха. Это различие проявляется в 2-3 раза более высокой цене ядер семян кедр - 800-1000 руб, по сравнению с ценой ядер грецкого ореха - 250-350 руб.

На основании детального исследования биохимического состава семян кедр установлено, что в их ядрышках содержится: до 65% жиров, 15% углеводов и 17% белков, включающих 19 аминокислот, в т.ч. наиболее дефицитных:

триптофана, лизина, метионина, аргинина, цистина и гистидина. Семена кедр также содержат жирорастворимые витамины: А-ретинол, D-кальциферол, Е-токоферол, F, P, разнообразные биологически активные вещества и дефицитные микроэлементы (Mn, Zn, Cu, Co, I) [8]. Сбалансированный комплекс биологически активных веществ в легко усвояемой форме при употреблении семян нормализует деятельность нервной системы, улучшает состав крови, предотвращает образование “бляшек” на стенках сосудов, улучшает состояние кожных тканей и значительно повышает половую потенцию, поэтому кедр сибирский по праву считается символом здоровья и долголетия.

Для ускорения процесса селекции и повышения достоверности ее результатов отбор деревьев необходимо проводить по прямому признаку, хотя этот путь нередко бывает трудным, но всегда оказывается самым коротким и надежным для достижения цели [11].

Исследованиями многих авторов Т.П. Некрасовой [6], Л.Ф. Правдина [7], А.И. Ирошникова [5] установлены закономерности изменчивости показателей семеношения кедр в разных эколого-географических зонах. На основании этих данных и материалов собственных исследований А.И. Земляным и Т.П. Некрасовой была разработана и в 1980г. утверждена Гослесхозом СССР “Методика отбора плюсовых деревьев кедр сибирского по семенной продуктивности” [2]. К плюсовым относили деревья с низкоопущенной кроной, мощными развилками в ее нижней части, хорошо сформированным женским генеративным ярусом и толстыми окончаниями шишконосных побегов, обеспечивающих формирование на них 3-5 шишек.

В соответствии с требованиями этой методики в лесах Новосибирской области были отобраны и аттестованы плюс деревья по семенной продуктивности. Заготовленные с этих деревьев черенки были привиты на 3-5-летние сеянцы кедр и использованы для создания семенных плантаций и клоновых архивов в Бердском спецлесхозе. При этом обеспечивалась полная передача хозяйственно-ценных признаков материнских деревьев.

Привитые саженцы кедр уже в 7-10 лет вступали в репродуктивную фазу. В 20-летнем биологическом возрасте в кронах деревьев в среднем формировалось 79, а на отдельных деревьях насчитывалось более 200 зрелых шишек. В 30 лет в среднем на одном дереве было 204, а на лучших деревьях - более 400 зрелых шишек. Это свидетельствует о быстром нарастании с возрастом количества шишек в кроне. Расчетный урожай семян кедр в клоновых архивах при 250 дер/га составил: в 20 лет – 466 кг/га, а в 30 лет – 1225 кг/га, что в 2-5 раз выше по сравнению с естественными и припоселковыми кедровниками [3]. Кроме того, семеношение деревьев клоновых архивов характеризовалось устойчивой динамикой урожая: за последние 14 лет отмечены только 2 года с низкими урожаями и один – 2008 год – почти полным отсутствием урожая.

Почвенно-климатические условия Буготакского плато оказались более благоприятными для успешного прохождения всех этапов генеративного процесса кедр по сравнению с лучшими Базойскими припоселковыми кедровниками Томской области. Успешный опыт по созданию здесь плантаций кедр на

100 км южнее естественного ареала, дает основание для более широкой его интродукции в районах Присалаирья Новосибирской, Кемеровской областей и Алтайского края. Это позволит реализовать пожелание В.В. Барышевцева, который еще в 1917г. писал: “Если господа лесничие... приложат все заботы к искусственному созданию кедровых лесов, можно быть уверенным, что население поймет их, и целый обширный Алтайский край покроется кедровниками” [1].

Следует отметить, что это пожелание частично выполнено. В Западной Сибири посажены лесные культуры кедра на многих тысячах гектаров, но экономическая эффективность их вызывает большие сомнения по следующим причинам: возраст рубки кедровников не менее 200 лет, т.е. в 2 раза выше чем сосны обыкновенной, семеношение в загущенных культурах кедра наступает в возрасте 40-60 лет, а семенная продуктивность их крайне низка – в 50 лет 7 кг, а в 70 лет 55 кг [4].

Многолетние данные о семенной продуктивности деревьев в клоновом архиве позволяют проводить отбор лучших из них в качестве сорта-клонов для последующей закладки семенных плантаций кедра II порядка, а также для создания на генетико-селекционной основе промышленных плантаций – кедросадов с целью массового получения высокопитательных и целебных семян кедра в районах Присалаирья указанных выше областей.

Таким образом, девиз – мечта академика В.Н. Сукачева: “О преодолении барьера времени в лесоводстве” по отношению к семенной продуктивности кедра сибирского успешно решается:

1. привитые черенками лучших деревьев кедра саженцы в 15-20 лет дают хозяйственно-значимые урожаи семян, т.е. на 50-70 лет раньше чем в естественных кедровниках;
2. быстрое нарастание величины урожаев позволяет уже в 30-летнем возрасте получать на селекционных плантациях более 1000 кг/га семян, что в 2-3 раза больше по сравнению с припоселковыми кедровниками;
3. устойчивая динамика урожаев кедра обеспечит получение почти ежегодного экономического эффекта – прибыли;
4. равномерное размещение деревьев рядами на плантации позволяет механизировать процессы внесения удобрений, борьбы с вредителями и сбора шишек, что значительно снизит себестоимость семян;
5. созданию в Присалаирье кедросадов благоприятствует наличие больших площадей заброшенных сенокосов, пастбищ и пашен.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барышевцев В.В. Кедровники – плодовые сады [Текст] / В.В. Барышевцев // Лесной журнал, 1917, вып. 1-2. – С. 35-55.
2. Земляной А.И. Методика отбора плюсовых деревьев кедра сибирского по семенной продуктивности [Текст] / А.И. Земляной, Т.П. Некрасова - М.: Гослесхоз СССР, 1980. – 22с.
3. Земляной А.И. О создании кедросадов на генетико-селекционной основе в агроландшафтах Западной Сибири [Текст] / А.И. Земляной // ГЕО-Сибирь-2010. Т. 3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройст-

во, лесоустройство, управление недвижимостью. Ч. 2 : сб. матер. VI Междунар. научн. конгресса “ГЕО-Сибирь-2010”. – Новосибирск : СГГА, 2010. – С. 210-214.

4. Земляной А.И. Сравнительная характеристика семенной продуктивности деревьев в естественных древостоях, лесных культурах и плантациях кедра сибирского [Текст] / А.И. Земляной // ГЕО-Сибирь-2011. Т. 3. Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью. Ч. 2 : сб. матер. VI Междунар. научн. конгресса “ГЕО-Сибирь-2011”. – Новосибирск : СГГА, 2011. – С. 158-162.

5. Ирошников А.И. Полиморфизм популяции кедра сибирского [Текст] / А.И. Ирошников // Изменчивость древесных растений Сибири. – Красноярск, 1974. – С. 77-103.

6. Некрасова Т.П. Биологические основы семеношения кедра сибирского [Текст] / Т.П. Некрасова – Новосибирск: Изд-во Наука, 1972. - 273с.

7. Правдин Л.Ф. Итоги по изучению плодоношения кедра сибирского [Текст] / Л.Ф. Правдин // Тр. ин-та леса и древ-ны, Т. 62, М., 1963. – С. 174-189.

8. Руш В.А. Новое в исследовании химического состава кедрового ореха [Текст] / В.А. Руш // Использование и воспроизводство кедровых лесов. – Изд-во Наука. – Новосибирск, 1971. – С. 240-244.

9. Сукачев В.Н. Очередные задачи русской дендрологии [Текст] // Тр. Всерос. лесн. конф. 10-17 ноября 1921г. – Москва. Вып.1. М.: Изд-во научн. лесн. и техн. об-ва при Московском ЛТИ, 1922. С. 46-58.

10. Таланцев Н.К. Кедровые леса [Текст] / Н.К. Таланцев, А.Н. Пряжников, Н.П. Мишуков // Лесная промышленность, 1978. 176с.

11. Яблоков А.С. Отбор маточных насаждений и деревьев кедровых сосен в лесах Сибири и Дальневосточного края [Текст] / А.С. Яблоков // М., изд-во МЛТИ, 1962. –18 с.

© А.И. Земляной, 2013

О МЕТОДИКЕ ОТБОРА ПЛЮС-ДЕРЕВЬЕВ КЕДРА СИБИРСКОГО (PINUS SIBIRICA DU TOUR) ПО СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ

Александр Иович Земляной

Западно-Сибирский филиал Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 630082, Россия, Новосибирск, а/я 45, ул. Жуковского, 100/1, научный сотрудник, канд. с.-х. наук, тел. (923)232-36-72, e-mail: zemlyanoyalex38@mail.ru

При отборе плюс-деревьев кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) по семенной продуктивности в кедровых лесах Ханты-Мансийского автономного округа была усовершенствована утвержденная в 2000г. "Методика..." Это обеспечило более высокое качество отбора плюс-деревьев и значительно снизило трудовые и материальные затраты.

Ключевые слова: плюс деревья, селекция, семенная продуктивность, модель сорта-клона, кедр сибирский, аттестация.

ON THE METHOD OF SELECTION OF PLUS TREES OF PINUS SIBIRICA DU TOUR ON SEED PRODUCTION

Alexander I. Zemlyanoy

West-Siberian branch of V. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 630082, Russia, Novosibirsk, call box 45, Zhukovsky street, 100/1, scientist, candidate of agricultural sciences, tel. 8-923-232-36-72, zemlyanoyalex38@mail.ru

In selecting plus trees *Pinus sibirica* (Du Tour) for seed production in cedar forests of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug has been improved, approved in 2000. "The method ..." This will ensure a high quality selection of plus trees and significantly reduce labor and material costs.

Key words: plus trees, breeding, seed production, model of sort-clone, *Pinus sibirica*, certification.

Кедр сибирский – сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) издавна привлекал к себе пристальное внимание как “орехоносное” дерево. Первопоселенцы Сибири по достоинству оценили полезность кедровых семян-орешков. Это нашло свое отражение в бережном отношении к деревьям кедра, глазомерной оценке величины их урожая по количеству зрелых шишек в кроне и создании полуокультуренных - припоселковых кедровников (стихийная селекция). Семена-орешки кедра в больших объемах поставлялись не только на рынки сибирских и европейских городов России, но и экспортировались в Англию, Германию, Францию.

Государственную значимость заготовки семян кедра приобрели лишь после Октябрьской революции, что потребовало разработки специальных методов учета урожая. В 1930г. в г. Красноярске был создан Институт кедра, который организовал целый ряд экспедиций по изучению величины и периодичности урожая кедра. Эти данные были необходимы для планирования объемов заготовок семян. “Методика определения урожая кедровых орехов и урожайности

кедровников” изложена в рукописном отчете сотрудников Института кедров Л.А. Шарнас и В.Г. Джебеян [8]. В этой работе впервые была дана объективная оценка семеношения деревьев кедров по толщине окончаний женских (шишконосных) побегов. На основании учета следов от шишек за 10-летний период было установлено, что на толстых женских побегах по сравнению со средними устойчиво формировалось почти в 2 раза больше шишек.

В опубликованной работе академика А.С. Яблокова по отбору маточных насаждений и кедровых сосен дано описание деревьев различных селекционных категорий, однако, конкретных рекомендаций для отбора плюсовых деревьев по семенной продуктивности не приведено [9]. Предложение Л.Ф. Правдина [5] оценивать семеношение кедров сибирского по диаметру ствола на основании существующей положительной корреляции между этими показателями неприемлемо, т.к. эта зависимость имеет чисто статистический характер и проявляется через средние величины. Часто толстые деревья с мощной кроной характеризуются слабым семеношением, а произрастающие рядом с ними более тонкие деревья могут отличаться более высокими и устойчивыми урожаями семян, что является следствием их генетической природы [4].

Отбор деревьев кедров по семенной продуктивности принципиально отличается от селекции на скорость роста, т.к. основные признаки высокой семенной продуктивности деревьев: хорошо развитая, низкоопущенная крона с мощными развилками, толстыми сучьями прямопротивоположны показателям быстроты роста и качества стволовой древесины: высокоподнятая крона, мало-сбежистый и хорошо очищающийся от тонких сухих ветвей ствол.

На основании многолетних исследований сотрудников лаборатории плодоношения и обобщения материалов других авторов в Институте леса и древесины им. В.Н. Сукачева была разработана и в 1980г. утверждена Гослесхозом СССР “Методика отбора плюсовых деревьев кедров сибирского по семенной продуктивности” [1,2]. Основным показателем семенной продуктивности дерева принято считать количество шишек. Для сравнения семенной продуктивности деревьев различного возраста и габитуса был предложен относительный показатель: энергия семеношения текущего года, т.е. число шишек в кроне приходящиеся на 1 см диаметра ствола на высоте груди. На основании учета следов от зрелых шишек можно вычислить этот показатель за 10-12-летний период, в течение которого динамика величины урожаев проявится с достаточной полнотой. Такой комплексный и емкий показатель уменьшает влияние возраста экологических факторов и более объективно отражает генетическую обусловленность семенной продуктивности.

В соответствии с требованиями этой методики в лесах Новосибирской области были отобраны и аттестованы плюс-деревья по семенной продуктивности. Заготовленные с этих деревьев черенки были привиты на 3-5-летние сеянцы кедров для посадки их на семенные плантации и клоновые архивы в Бердском спецлесхозе. При этом обеспечивается полная передача хозяйственно-ценных признаков материнских деревьев. Строгое выполнение основных требований и научное руководство на всех этапах в сочетании с достаточным фи-

нансированием работ обеспечили хорошее качество лесосеменных плантаций и клоновых архивов кедра сибирского. Однако, ввиду трудоемкости работ по отбору плюсовых деревьев на семенную продуктивность, связанную с необходимостью подъема в крону не только плюсовых, но и модельных деревьев для учета количества женских побегов, зрелых шишек, “озими” и следов от зрелых шишек за 10-летний период, эта методика не нашла широкого применения в других регионах Сибири.

Федеральной службой лесного хозяйства России в 1999г. были утверждены "Рекомендации по отбору и оценке деревьев кедра сибирского на семенную продуктивность", разработанные А.И. Ирошниковым (НИИЛГиС) и Е.В. Титовым (ВГЛТА) [3]. Для отбора деревьев – кандидатов в плюсовые предложен: “Учет женских побегов проводить визуально с помощью бинокля с хорошо просматриваемой стороны кроны” (стр. 9). По данным И.В. Семечкина этот способ дает большие систематические и случайные ошибки: коэффициент корреляции глазомерной оценки с истинными данными варьировал в широких пределах – от 0,43 до 0,94 [6]. Авторы этих рекомендаций вводят поправочные коэффициенты при определении общего числа женских побегов в разных типах древостоев, субъективность которых еще более снижает точность оценки семеношения деревьев. Кроме того, целый ряд противоречий в формулировках этих рекомендаций и требования многолетних наблюдений за динамикой урожая затрудняют их использование на практике.

Принципиальным отличием этих рекомендаций от ранее утвержденной “Методики...” (1980) является упрощенный – без подъема в крону отбор плюсовых деревьев, т.е. авторы действуют по принципу древнеримского императора Цезаря: “Пришел, увидел, победил”, в смысле отобрал плюсовое дерево. Но, как отмечал В.Н. Сукачев: “... в селекции древесных пород ошибки более тяжелы, чем при селекции травянистых растений” [7], поэтому дополнительные затраты по подъему в кроны отбираемых деревьев-кандидатов в плюсовые с лихвой окупятся более точной оценкой их селекционных качеств, а в будущем – высокими, устойчивыми урожаями семян создаваемых прививочных плантаций и кедросадов. Это наглядно продемонстрировано на примере созданных в Новосибирской области плантаций и клоновых архивов кедра.

Летом 2012г. при проведении отбора плюс-деревьев кедра по семенной продуктивности в кедровниках Ханты-Мансийского Автономного Округа была апробирована модифицированная и упрощенная методика. Основным принципом этой методики является предварительный отбор деревьев - кандидатов в плюсовые по архитектонике, развитию женского яруса, обилию и величине шишек. Дополнительно визуально определяли под деревом количество старых шишек, их размеры, наличие пустых и недоразвитых семян. С помощью бурава определялся возраст дерева-кандидата в плюсовые и давалось его полное описание в соответствии с типовой карточкой.

Подъем в крону осуществлялся на древолазах тросового типа со строгим выполнением правил техники безопасности. Специально обученный работник проводил в кроне учет женских побегов с указанием на них в виде дроби числа

“озими” (числитель) и зрелых шишек (знаменатель). Удаленные ветви подтягивались с помощью 2-метрового крючка. Учет следов от зрелых шишек за 10-летний период проводился путем осмотра их под мутовками на 4-х крупных ветвях, ориентированных на север, юг, восток и запад. С верхней части кроны спиливали и сбрасывали вниз 5-ю ветвь для контрольного учета следов приемной комиссией. Одновременно работник стряхивал с ветвей несколько десятков шишек для взятия среднего образца из 25 шишек для определения числа и качества семян в них. После этого работник проводил учет женских побегов с указанием на них числа зрелых шишек на одной стороне (половине) кроны соседних 2-3 модельных деревьев, для которых на земле определялись диаметры ствола и проекции кроны, а также высоты и вычислялись показатели их энергии семеношения текущего года.

С помощью бинокля при увеличении 8-12 крат работник с вершины дерева осматривал кроны верхнего полога древостоя на расстоянии до 100-150 м с целью обнаружения деревьев с обилием шишек и сообщал для записи на земле направление (по компасу) и примерное расстояние до этих деревьев. При осмотре отобранных деревьев вблизи проводилась глазомерная оценка их семеношения и решался вопрос о необходимости проведения детального учета вышеприведенных показателей в кроне. После чего осуществлялся подъем работника для выполнения этих работ в кроне.

Средние таксационные показатели насаждения (диаметры ствола и проекции кроны, высота и др.) вычислялись на основании перечета не менее 60 деревьев на ленточной пробной площади. По данным учета женских побегов и зрелых шишек на всех модельных деревьях вычисляли среднюю энергию семеношения текущего года и сравнивали ее с таковой у отобранных деревьев – кандидатов в плюсовые. Среднемноголетнюю энергию семеношения вычисляли только для деревьев-кандидатов в плюсовые.

Окончательное решение о зачислении отобранных деревьев в категорию плюсовых и включении их в Госреестр принималось после их аттестации специальной комиссией на основании представленной полной характеристики всех элементов семенной продуктивности и превышении среднемноголетней энергии семеношения не менее чем в 1,8 раза для всего насаждения.

Применение этой методики, благодаря учету количества женских побегов, шишек, “озими” и следов от шишек непосредственно в кроне, обеспечивает более точное определение основных показателей семенной продуктивности отобранных деревьев-кандидатов в плюсовые, а также произрастающих рядом с ними модельных деревьев. Дополнительно принималось во внимание количество и размеры шишек прошлых лет под кронами отбираемых деревьев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Земляной А.И. Методика отбора плюсовых деревьев кедра сибирского по семенной продуктивности [Текст] / А.И. Земляной, Т.П. Некрасова - М.: Гослесхоз СССР, 1980. – 22с.
2. Земляной А.И. Отбор и оценка плюсовых деревьев кедра сибирского по семеношению [Текст] / А.И. Земляной, Т.П. Некрасова // Лесное хозяйство, 1981, № 11. - С. 27-30.

3. Ирошников А.И. Рекомендации по отбору и оценке деревьев кедров сибирского на семенную продуктивность [Текст] / А.И. Ирошников, Е.В. Титов - М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. - 36с.
4. Некрасова Т.П. Биологические основы семеношения кедров сибирского [Текст] / Т.П. Некрасова - Новосибирск: Изд-во Наука, 1972. - 273с.
5. Правдин Л.Ф. Итоги по изучению плодоношения кедров сибирского [Текст] / Л.Ф. Правдин // Тр. ин-та леса и древесины, Т. 62, М., 1963. - С. 174-189.
6. Семечкин И.В. Способ учета урожайности кедровников по остаткам шишек на земле [Текст] / И.В. Семечкин // Тр. ин-та леса и древесины, Т. 62, М., 1963. - С. 152-158.
7. Сукачев В.Н. Очередные задачи русской дендрологии [Текст] // Тр. Всерос. лесн. конф. 10-17 ноября 1921г. - Москва. Вып.1. М.: Изд-во научн. лесн. и техн. об-ва при Московском ЛТИ, 1922. С. 46-58.
8. Шарнас Л.А. Методика определения урожая кедровых орехов и урожайности кедровников [Текст] / Л.А. Шарнас, В.Г. Джебеян // Рукоп. Сиб. НИИ лесного хозяйства. - Красноярск, 1934. - 105с.
9. Яблоков А.С. Отбор маточных насаждений и деревьев кедровых сосен в лесах Сибири и Дальневосточного края. - М., изд-во МЛТИ, 1962. - 16с.

© А.И. Земляной, 2013

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ SRTM ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЛЕСНЫХ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Сергей Кинович Фарбер

ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, тел. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Наталья Сергеевна Кузьмик

ФГБУН Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, Красноярск, Академгородок, 50, строение 28, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, тел. (391)249-46-35, e-mail: natalia_5791@mail.ru

Николай Викторович Брюханов

Учреждение Филиал ФГУП «Рослесинфорг» Востсиблеспроект», 660062, Россия, Красноярск, ул. Н.К. Крупской, д. 42, инженер-таксатор, тел.: (391) 2-47-50-97, e-mail: lespres@post.kts.ru

Обсуждается область применения матрицы SRTM, связанная с картографированием лесных объектов.

Ключевые слова: матрица SRTM, ЦМР, программные средства ГИС, картографирование лесных объектов.

PROSPECTS OF USE OF DATA OF SRTM FOR THE SOLUTION OF FOREST SCIENTIFIC AND PRACTICAL TASKS

Sergey K. Farber

V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok 50 Bldg. 28, Dr. of Sciences in Agriculture, tel. (391)249-46-35, e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Natalia S. Kuz'mik

V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok 50 Bldg. 28, Candidate of Sciences in Agriculture, Researcher of the Lab. of Forest Inventory & Forest Utilization, tel. (391)249-46-35, e-mail: natalia_5791@mail.ru

Nikolay V. Brjuhanov

Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Roslesinforg» «Vostsiblesproject», 660062, Russia, Krasnoyarsk, Krupskoy 42, engineer – forest estimator, tel. (391) 2-47-50-97, e-mail: lespres@post.kts.ru

Discusses the scope of application of the matrix SRTM, related to the mapping of forest objects.

Key words: SRTM, GIS software, mapping of forest objects.

SRTM (Shuttle radar topographic mission) - радарная интерферометрическая съемка поверхности Земли, осуществленная в феврале 2000 г радиолокационными сенсорами SIR-C и X-SAR с борта космического корабля "Шаттл". Данные SRTM распространяются в виде сеток с размером ячейки 1 угловая секунда

и 3 угловые секунды. Более точные односекундные данные (SRTM1) доступны на территорию США, на остальную поверхность Земли доступны только трехсекундные данные (SRTM3). Файл (SRTM3) представляют собой матрицу из 1201x1201 значений, которая может быть импортирована в различные программы построения карт и ГИС [1].

Погрешности матрицы SRTM. Критерием допустимости использования инструмента является сопоставление точности, с которой он работает, с ошибками результата. Согласно описанию [2] ограничения данных SRTM по абсолютным ошибкам планировались не превышающие: по высоте 16 м, в плане 15 м. В действительности точность матрицы SRTM на практике оказалось выше значений рассчитанных теоретически. Для российского пользователя потенциальный интерес представляет территория Евразии. Здесь средние абсолютные ошибки в доверительном интервале 90 % составили: по высоте 6,2 м, в плане 8,8 м.

Точность матрицы SRTM изучалась учеными разных стран. Так А. К. Корвзул, И. Эвиак [3] оценивают ошибку матрицы SRTM следующими величинами: для равнинной местности - 2,9 м, холмистой – 5,4 м. По их мнению, матрица SRTM подходит для создания горизонталей на картах масштаба 1:50 000 и мельче, а также может использоваться при создании ортофотопланов на основе космических снимков высокого разрешения. Примерно схожие результаты приводят и другие зарубежные исследователи. Проводилось тестирование матрицы SRTM и в РФ. Л. А. Муравьев [4] на основании изучения 3-х территориально разобобщенных тестовых участков: ГРО «Катока» (Ангола), Фгеоконсалтинг (г. Тюмень), МП Электра (г. Южно-Сахалинск), приходит к выводу, что данные SRTM могут быть использованы для обновления топоосновы территорий, где отсутствуют детальные топографо-геодезические материалы. Ю. И. Карионов [5] также использовал территориально разобобщенные участки: остров Ольхон на Байкале (горный рельеф), район города Саратов (равнинный рельеф), район города Сочи (высокогорный рельеф). Из материалов сравнения следовал вывод о соответствии точности матрицы SRTM и матрицы карты масштаба 1:100 000. По мнению автора, матрица SRTM может быть использована при создании ортофотопланов в масштабе 1:25 000 и мельче на районы с равнинным и всхолмленным рельефом. В районах с горным рельефом предварительно составлению ортофотопланов необходима дополнительная коррекция космических снимков, учитывающая условия съемки. В высокогорных районах для изготовления ортофотопланов масштаба 1:25 000 размер ячейки слишком велик.

Область применения в лесной отрасли. По материалам лесоустройства изготавливаются планово-картографические материалы, обычно начиная с масштаба 1:25 000 (планшеты). В масштабе 1:50 000 и мельче изготавливаются планы и укрупненные планы лесонасаждений. Масштабный ряд лесоустроительных материалов сложился исторически, и нет оснований считать, что для организации лесопользования, и пространственного отображения лесных объектов для большинства научно-практических задач, необходим более крупный мас-

штаб. Поскольку масштаб планово-картографических материалов лесной тематики напрямую зависит от уровня генерализации объектов картирования (например, лесотаксационных выделов), то масштаб опосредовано отражает также и требования к точности их отображения. Увеличение масштаба автоматически повышает; и наоборот, уменьшение масштаба – эти требования понижает.

Сопоставляя вышеприведенные данные о точности матрицы SRTM и рекомендации авторов по их использованию, следует вывод об ее применимости для решения значительного количества лесных научно-практических задач. В равнинных условиях ограничений по масштабу практически нет, в горных условиях и тем более высокогорных – следует более осторожно формулировать требования к точности пространственного отображения лесных объектов.

Матрица SRTM представляет собой цифровую модель рельефа (ЦМР), которая далее средствами ГИС может подвергаться пространственному анализу и интерпретации. Несомненное преимущество использования программных средств ГИС - это автоматизация контурного дешифрирования объектов исследования, которая не только уменьшает трудозатраты, но также практически исключает субъективный (человеческий) фактор. Для лесных научно-практических задач это особенно актуально, поскольку они, как правило, связаны со значительными площадями и большими объемами эмпирических данных. Перечислим несколько, по нашему мнению, наиболее значимых научно-практических задач, которые могут решаться с использованием матрицы SRTM и далее посредством манипулирования данными ЦМР средствами ГИС:

- уточнение границ таксонов лесорастительного районирования;
- предварительная стратификация территории для лесоустройства, ГИЛ, а также инвентаризации других природных ресурсов (например, для землеустройства, охотустройства);
- картирование типов условий произрастания по показателям рельефа местности и далее типов леса;
- реконструкция истории лесов;
- картирование ареалов отдельных видов растительного и животного мира;
- выявление лесов высокой природоохранной ценности;
- ведение экологического мониторинга за деятельностью лесопромышленных предприятий.

Следует заметить, задачи из этого списка достаточно сложны и решаются исследователями далеко не в единственном методическом варианте. Большое значение имеет «школа», т.е. приверженность автора определенному научному направлению. При этом представляется очевидным, что пополнение научного арсенала исследователя еще одним инструментом – возможностью интерпретации матрицы SRTM вне зависимости от научного стиля исследователя позволит получать объективный результат и выйти на более высокий уровень обобщения эмпирических данных.

Заключение. Сформулированный в работе перечень лесных научно-практических задач может быть продолжен, что позволяет оценить сферу применимости матрицы SRTM в лесной отрасли как очень значительную. Разуме-

ется, что все такого рода задачи решаются на основе специальных материалов и сведений, но привлечение программных средств анализа рельефа местности внесет важные дополнительные преимущества, среди которых особо следует выделить объективность контурного дешифрирования объектов изучения и частичную автоматизацию картографических работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. The shuttle radar topography mission. / Farr Tom G., Hensley Scott, Rodriguez Ernesto, Martin Jan, Kobrick Mike. // CEOS SAR Workshop. Toulouse 26-29 Oct. 1999. Noordwijk. 2000. С. 361-363.
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: gis-lab.info/qa/srtm.html.
3. A. K. Karwel, I. Ewiak, Estimation of the accuracy of the SRTM terrain model on the area of Poland, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008. – pp. 169-172.
4. Л. А. Муравьев Высотные данные SRTM против топографической съемки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: geo.web.ru/db/msg.html?mid=1177761.
5. Карионов Ю. И. Оценка точности матрицы SRTM. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.racurs.ru/?page=506

© С.К. Фарбер, Н.С. Кузьмик, Н.В. Брюханов, 2013

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ЛАЗЕРНОЙ И ЦИФРОВОЙ АЭРО- И КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Артем Игоревич Данилин

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50/28, аспирант лаборатории таксации и лесопользования, тел. (913)0831-3331, e-mail: danil_kr@mail.ru

Игорь Михайлович Данилин

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок, 50/28, ведущий научный сотрудник лаборатории таксации и лесопользования, тел. (913)551-0431, e-mail: danilin@ksc.krasn.ru

Денис Александрович Свищев

Восточно-Сибирский филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Востсиблеспроект», 660062, Россия, г. Красноярск, ул. Н.К. Крупской, 42, зам. директора, тел. 8-391-247-5004, e-mail: lespres@post.kts.ru

Обсуждаются результаты исследований по совершенствованию алгоритмов дешифрирования таксационных показателей лесных насаждений по данным лазерной и цифровой аэро- и космической съемки.

Ключевые слова: лесотаксационное дешифрирование, совершенствование алгоритмов, лазерная и цифровая аэро- и космическая съемка, Красноярский край.

DEVELOPMENT OF ALGORITHMS FOR INTERPRETATION OF FOREST INVENTORY PARAMETERS OF A TREE STANDS BASED ON LASER AND DIGITAL AERIAL- AND SPACE PHOTOGRAPHY DATA

Artyom I. Danilin

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Academgorodok, 50/28, post-graduate student for laboratory of forest inventory and forest use, tel. (913)831-3331, e-mail: danil_kr@mail.ru

Igor M. Danilin

V.N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Academgorodok, 50/28, leading research scientist for laboratory of forest inventory and forest use., tel. (913)551-0431, e-mail: danilin@ksc.krasn.ru

Denis A. Svishev

The East-Siberian Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Roslesinforг» «Vostsiblesproekt», 660062, Russia, Krasnoyarsk, N.K. Krupskoi str., 42, vice-director, tel. 8-391-247-5004, e-mail: lespres@post.kts.ru

The results of studies on development of algorithms for interpretation of forest inventory parameters of a tree stands based on laser and digital aerial- and space photography are discussed in the paper.

Key words: forest inventory interpretation, development of algorithms, laser and digital aerial- and space photography, Krasnoyarsk territory.

Лазерная и цифровая аэро- и космическая съемка является перспективным направлением дистанционного мониторинга и таксации лесов [5, 6, 10-12].

В продолжение и развитие ранее выполненных исследований [1-3], нами решалась задача совершенствования алгоритмов дешифрирования таксационных показателей лесных насаждений по данным дистанционного зондирования, а также адаптировалось программное обеспечение, позволяющее обрабатывать данные съемки и получать таксационные характеристики насаждений в автоматизированном режиме.

Основой для работы послужили данные дистанционного зондирования и наземных инструментальных измерений, полученные на опытном полигоне Погорельского лесного стационара Института леса СО РАН в Красноярском крае. Примерные географические координаты центра полигона – 56°22' с. ш., 92°55' в. д. Общая площадь опытного полигона составила 11000 га.

Аэросъемочные работы производились с самолета АН-2, воздушным лазерным сканером RIEGL Q560 и цифровым аэросъемочным комплексом IGI DigiCAM, включающим цифровую камеру Hasselblad H39/mp и фазовый GPS-приемник Novatel OEM 4/5.

Основой для трассирования маршрутов аэрофотосъемки и контурного дешифрирования лесных участков полигона служили космические цифровые снимки ближнего инфракрасного диапазона, геометрическим разрешением 50 см на пиксель, выполненные в системе WorldView-2 (рис. 1).

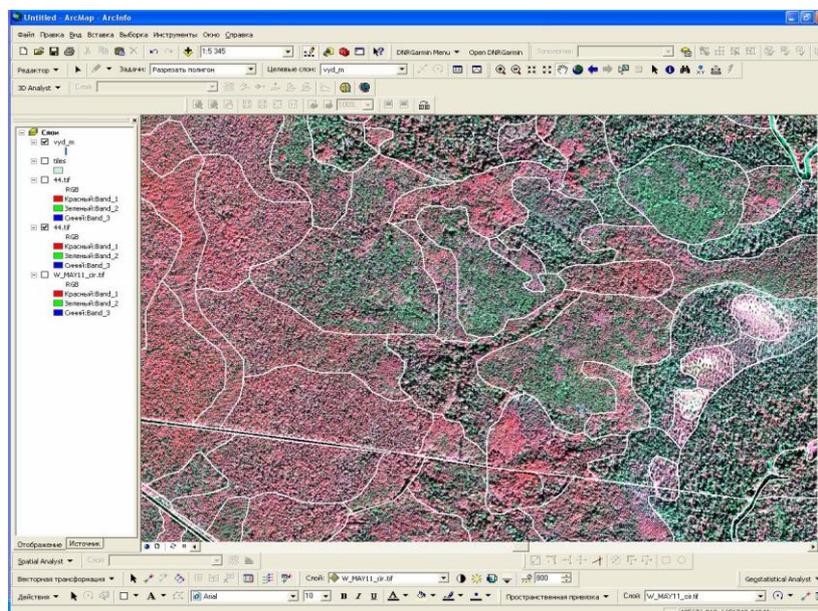


Рис. 1. Контурное дешифрирование таксационных выделов, выполненное специалистом таксатором по цифровому космическому снимку WorldView-2 (NIR, ближний инфракрасный диапазон, геометрическое разрешение 50 см на пиксель)

Дешифрирование аэро- и космических снимков выполнялось в интерактивном режиме с использованием компьютерной программы ArcGis и функции пространственного анализа «Spatial Analyst» [8] с доработанными лесотаксационными модулями. На аэроснимках и лазерных сканах выполнялось наложение и совмещение границ таксационно-дешифровочных пробных площадей системы наземной таксации FieldMap, с опознаванием и контролем на местности (рис. 2-4).



Рис. 2. Фрагмент цифрового аэрофотоснимка древостоя (RGB-синтез, видимый диапазон, геометрическое разрешение 20 см на пиксель), с наложением границ таксационно-дешифровочной пробной площади и инвентаризационных кругов постоянного радиуса системы наземной таксации FieldMap

Дешифровочные данные сопоставлялись с наземными инструментальными измерениями на таксационно-дешифровочных пробных площадях, заложенных в границах опытного полигона.

В результате выполненной работы были построены гистограммы распределений по таксационным признакам древостоев, выявлены взаимосвязи таксационно-дешифровочных признаков лесных насаждений, по которым в автоматическом режиме актуализировались средние высоты, средние диаметры, суммы площадей поперечных сечений стволов, средние возрасты, полноты и запасы составляющих древесных пород. При расчете уравнений взаимосвязей и статистических показателей использовался программный комплекс StatSoft [9] (рис. 5, 6).

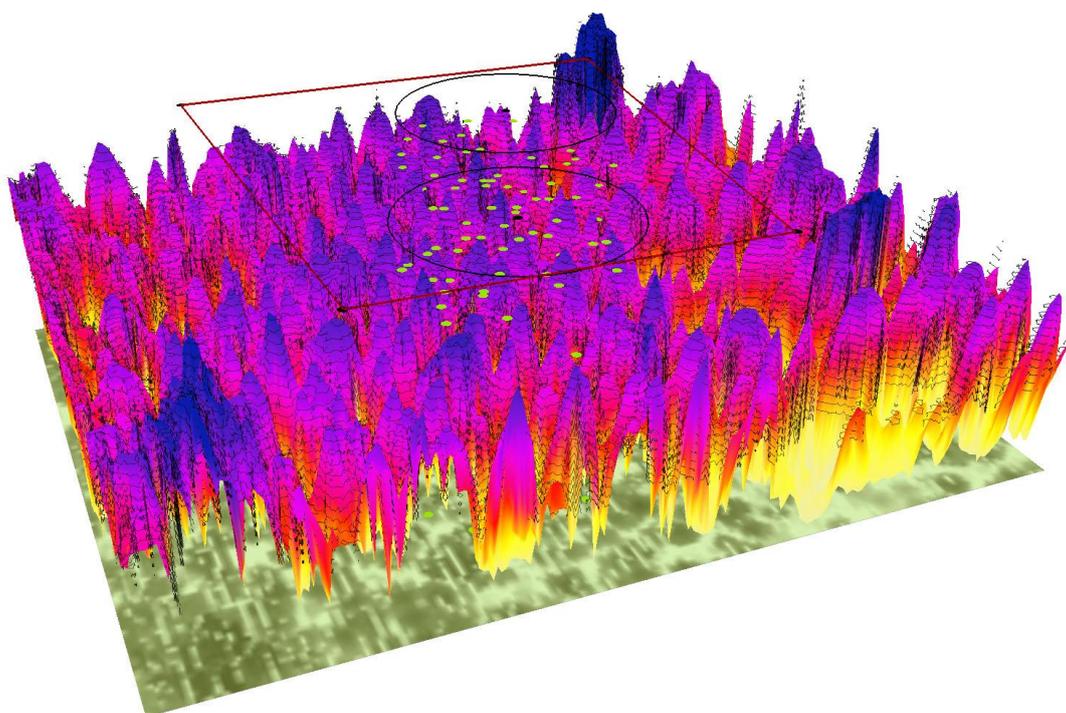


Рис. 3. Трехмерное лазерно-локационное отображение древостоя с наложением границ таксационно-дешифровочной пробной площади и инвентаризационных кругов постоянного радиуса системы наземной таксации FieldMap

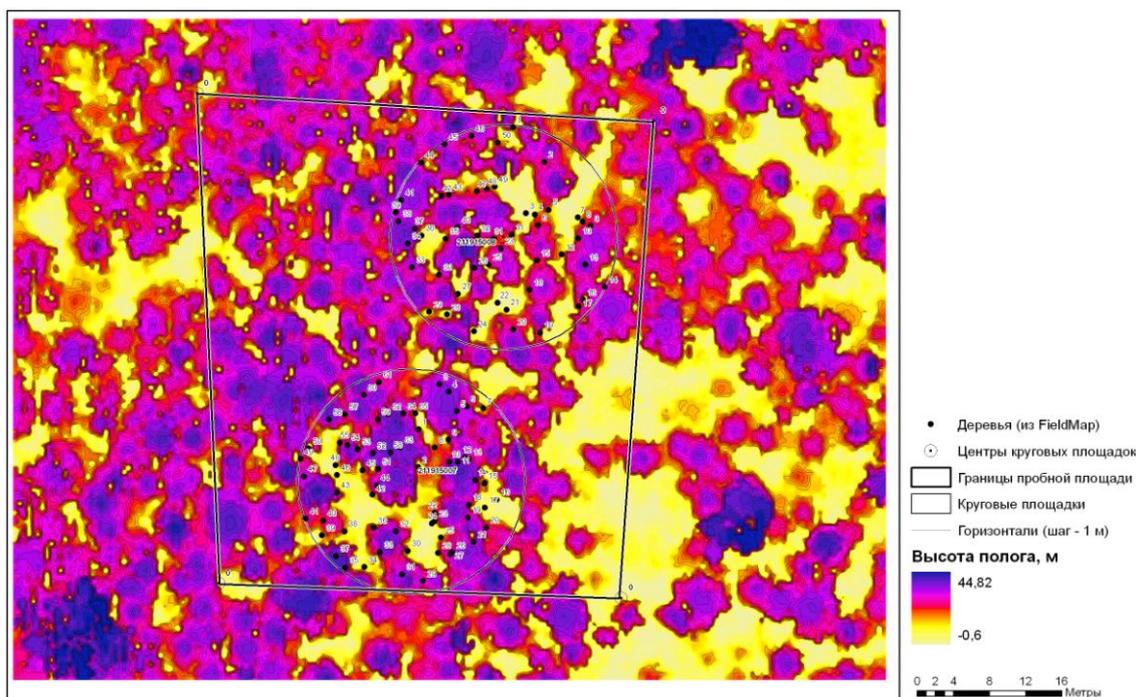


Рис. 4. Плановое отображение площади проекций древесного полога и индикации изолиний распределения деревьев по высоте по лазерным данным, с наложением границ таксационно-дешифровочной пробной площади и инвентаризационных кругов постоянного радиуса системы наземной таксации FieldMap

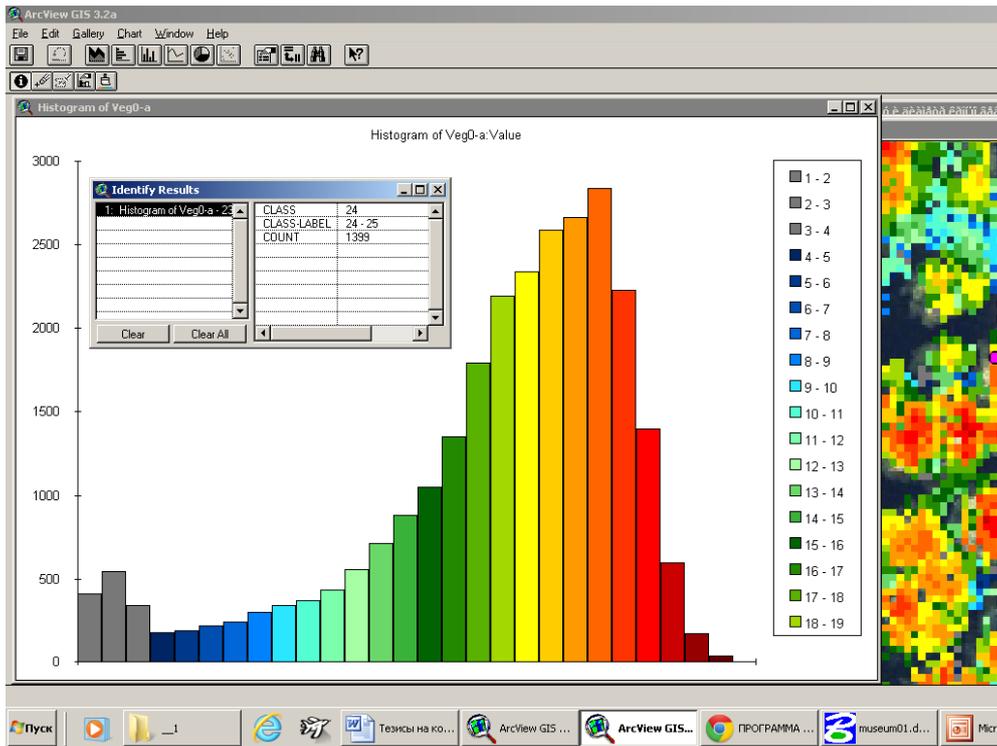


Рис. 5. Гистограмма распределения деревьев по относительным высотам в пределах таксационного выдела опытного полигона

$$G = 7,1938 - 0,7096 * H_{\max} - 0,012 * S + 0,0082 * H_{\max}^2 + 0,0013 * H_{\max} * S - 1,1936E-6 * S^2$$

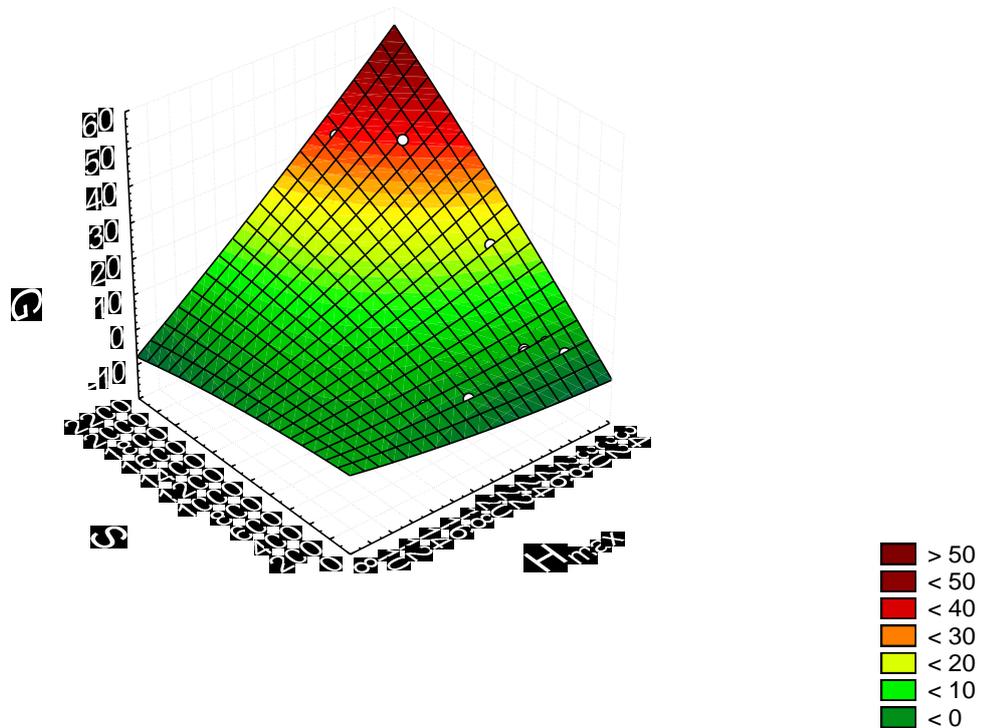


Рис. 6. Зависимость (квадрика) суммы площадей поперечных сечений стволов (G, м2), от максимальной высоты древостоя (Hmax, м) и площади проективного покрытия крон деревьев (S, м2)

Сопоставление результатов измерений характеризуется достаточно высокими индексами детерминации ($R^2 = 0.899-0.919$). Наибольшая случайная ошибка определения средней высоты древостоя по данным лазерной съемки не превысила $-7,0\%$. Случайная ошибка для всех наблюдений находится в пределах $-59,4$ см или $-2,1\%$.

По данным дистанционного зондирования и наземных измерений на пробных площадях составлен цифровой план лесонасаждений опытного полигона (рис. 7).

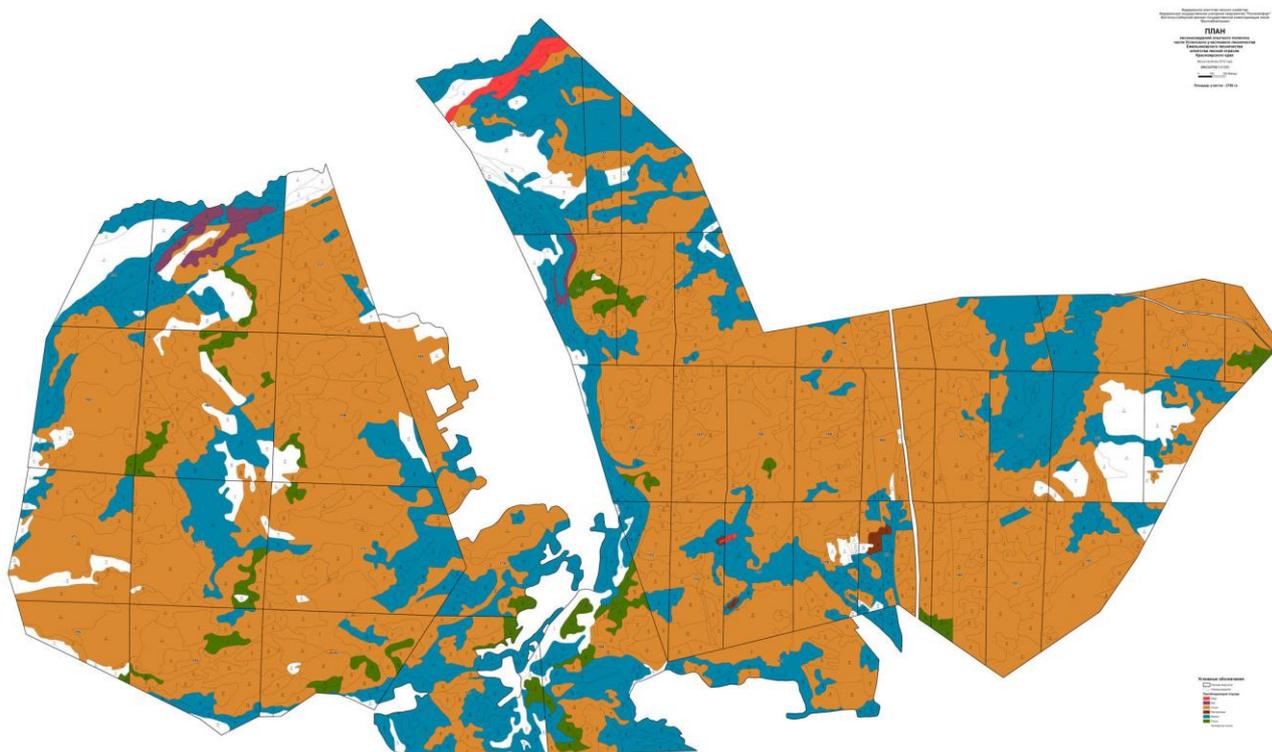


Рис. 7. Цифровой план лесонасаждений опытного полигона

Разработаны и переданы в ФГУП «Рослесинфорг» для расширенной производственной апробации методические рекомендации по использованию воздушной лазерной и цифровой аэро- и космической съемки для целей таксации и мониторинга лесов в лесном фонде РФ.

Рассчитаны примерные нормативы стоимости затрат на проведение работ по таксации леса с использованием метода лазерной и цифровой аэро- и космической съемки (табл.).

Примерные нормативы рекомендуемых затрат для таксации леса по укрупненным показателям (на 1 млн. га, I-III разряды таксации)*
Стоимость за 1 га, руб.

Способ таксации	Разряды таксации		
	1 раз- ряд	2 раз- ряд	3 раз- ряд
1. Натурный (глазомерно-измерительный 1 класса точности)	285	194	121
2. Натурный (глазомерно-измерительный 2 класса точности)	227	142	84
3. Дистанционный (с использованием моделей хода роста)	128	88	64
4. Методом лазерной и цифровой аэро- и космической съемки	120	80	60

*Нормативы затрат рассчитывались на основании технологических схем выполнения таксационных работ, приведенных в лесоустроительной инструкции [4] на примере типичных (условных) объектов с использованием действующих в лесоустройстве норм выработки по элементам работ.

Нормативы не учитывают районные коэффициенты и северные надбавки.

Представляется перспективным продолжение исследований в части изучения возможностей интегрирования данных, получаемых в оптическом диапазоне, с микроволновым зондированием леса радарными с синтетической апертурой [7], а также разработки специализированных программных модулей для целей автоматизированного лесотаксационного дешифрирования мультисенсорных данных дистанционного мониторинга [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Данилин И.М., Данилин А.И., Свищев Д.А. Лазерная локация и цифровая аэросъемка – подспутниковый компонент в системе информационного обеспечения инвентаризации, мониторинга и кадастра лесных земель // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета имени академика М.Ф. Решетнева. 2010. Вып. 3 (29). С. 55-59.
2. Данилин И.М., Медведев Е.М. Технология мониторинга и инвентаризации лесных ресурсов на основе лазерной локации, цифровой аэрофотосъемки и спутникового геопозиционирования // Журнал Сибирского федерального университета. Серия «Техника и технологии». 2011. Т. 4. № 3. – С. 326-336.
3. Данилин И.М., Фаворская М.Н. Описание программных модулей использования данных лазерной локации и цифровой аэрофотосъемки лесных территорий // Исследование Земли из космоса. 2013. № 2. – С. 1-12.
4. Лесоустроительная инструкция. Утверждена приказом МПР РФ от 06.02.2008 № 31 «Об утверждении лесоустроительной инструкции». М.: Министерство природных ресурсов РФ, 2008.

5. Медведев Е.М., Данилин И.М., Мельников С.Р. Лазерная локация земли и леса: учеб. пособ., 2-е изд., перераб. и доп. М.: Геокосмос; Красноярск: Институт леса СО РАН. 2007. – 229 с.
6. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник для вузов. Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2005. – 392 с.
7. Чимитдоржиев Т.Н. Оптико-микроволновые методы дистанционного контроля лесных ресурсов: автореф. дис. ... д.т.н.: 05.11.13. Красноярск: СФУ, 2008. –29 с.
8. ArcGis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.esri.com/software/arcgis>.
9. StatSoft. Statistica 8.0 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.statsoft.com/#>.
10. Straub C., Dees M., Weinacker H., Koch B. Using airborne laser scanner data and CIR orthophotos to estimate the stem volume of forest stands // Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation. 2009. № 3. – P. 277-287.
11. Suvanto A., Maltamo M. Using mixed estimation for combining airborne laser scanning data in two different forest areas // Silva Fennica. 2010. V. 44. № 1. – P. 91-107.
12. Wulder M., Han T., White C., Sweda T., Tsuzuki H. Integrating profiling LiDAR with Landsat data for regional boreal forest canopy attribute estimation and change characterization // Remote Sensing of Environment. 2007. V. 110. – P. 123-137.

© А.И. Данилин, И.М. Данилин, Д.А. Свищев, 2013

**О ПЕРСПЕКТИВАХ БИОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПОПУЛЯЦИЙ ИНВАЗИЙНОГО
ВРЕДИТЕЛЯ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ – УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА
POLYGRAPHUS PROXIMUS BLAND**

Юрий Николаевич Баранчиков

Институт леса им.В.Н.Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/28, зав. лабораторией лесной зоологии, тел. (391)243-36-86; e-mail: baranchikov-yuri@yandex.ru

Владимир Михайлович Петько

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/28, научный сотрудник лаборатории лесной зоологии, тел. (391)243-36-866

Паразиты и хищники не играют заметной роли в регуляции популяций вредителя пихт – уссурийского полиграфа как на Дальнем Востоке, так и в ареале его инвазии в Южной Сибири. Как и у большинства короедов, комплекс энтомофагов полиграфа лишен специализированных паразитов и не представляет особого интереса для организации биологического контроля вредителя.

Ключевые слова: уссурийский полиграф, биологический контроль, хищники, паразиты.

**ON THE PERSPECTIVES OF BIOLOGICAL CONTROL OF INVASIVE PEST OF
SIBERIAN FIR – FOUR-EYED FIR BARK BEETLE POLYGRAPHUS PROXIMUS
BLAND**

Yuri N. Baranchikov

V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS., 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok 50/28, Department of Forest Zoology, Department Head, tel. (391)243-36-866 e-mail: baranchikov-yuri@yandex.ru

Vladimir M. Petko

V.N.Sukachev Institute of Forest SB RAS., 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok 50/28, Department of Forest Zoology, Research Scientist, tel. (391)243-36-866

Parasites and predators do not play an important role in population regulations of fir pest – four-eyed fir bark beetle – in the Far East and in regions of its invasion in Southern Siberia. As in the majority of bark beetles, entomophagous complexes of this pest lacks specialized parasites and does not have vivid importance for biological control organization.

Key words: four-eyed fir bark beetle, biological control, predators, parasites.

Под биологическим контролем обычно понимают регуляцию одних живых организмов другими. Этот подход лежит в основе мероприятий, основанных на использовании против вредных организмов исключительно биологических средств ограничения их численности (хищников, паразитов, патогенов) и служит основой современной концепции интегрированной защиты растений [4]. Методы биологического контроля объявлены одним из приоритетов государственной политики в сфере реализации подпрограммы «Охрана и защита лесов»

государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы. Запланирована «разработка национальных стандартов на новые биологические средства защиты леса на основе энтомофагов, энтомопатогенов и биофунгицидов и разработка технологий их получения и применения для защиты леса от вредных организмов...» [6: с.50]. Четко прописанными исполнителями этой многомиллиардной программы являются лишь Министерство природных ресурсов и экологии РФ и Федеральное агентство лесного хозяйства.

В настоящем сообщении мы попытаемся оценить реальность применения методов биологического контроля для сдерживания крайне опасного инвазийного вредителя пихт, относительно недавно появившегося в Южной Сибири и в европейской части России [2].

Методы биологического контроля, различаются как по природе целевого вида вредителя и вида паразита/патогена (местный или инвазийный/интродуцированный), так и по подходам, используемым для повышения эффективности естественных врагов. Существует два подхода: (1) классический биологический контроль – интродукция новых видов естественных врагов для контроля популяций местных или инвазийных вредителей и (2) «манипуляционный» биологический контроль – методы, направленные на форсирование их выпуска (скажем, путем «наводняющих» или разовых «импульсных» выпусков больших масс специально воспитанных паразитов) либо на создание в защищаемом местообитании благоприятной среды для развития и концентрации паразитов [16].

К сожалению, экологическая сложность лесных экосистем затрудняет применение методов биологического контроля: по этой причине наиболее впечатляющие результаты получены в основном на плантациях древесных пород. Экологические группы лесных насекомых также сильно различаются по возможности их искусственного регулирования. В этом плане менее всего повезло специалистам, работающим с короедами – тут число успешных проектов крайне ограничено [14]: на слуху лишь широкое применение хищника *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal) против *Dendroctonus micans* (Krug.) в Грузии и в Западной Европе [15]. Это не удивительно: случаи специализации среди паразитов и хищников короедов – уникальны [13].

Как же обстоят в реальности дела с энтомофагами уссурийского полиграфа? В результате трехлетних исследований энтомологов из двух институтов Сибирского отделения РАН (Института леса им. В.Н.Сукачева в Красноярске и Института мониторинга климатических и экологических систем в Томске), поддержанных грантами РФФИ, выявлены основные природные враги полиграфа на части ареала его инвазии в Южную Сибирь. Они перечислены ниже.

Ecphylylus silesiacus Ratz. (Braconidae, Doryctinae) – эндопаразит жуков [3], либо эктопаразит личинок [10] у многих родов короедов в том числе и *Polygraphus subopacus* Thoms. в европейской России [10], транспалеаркт.

Meteorus ipidivorus Tobias (Braconidae, Euphorinae) – эктопаразит личинок *Ips acuminatus* Gyll. В России распространен от Приморья и Зап.Сибири до европейской части [3].

Eurytoma kangasi Hedqvist (Eurytomidae, Eurytominae) – вид описан из Финляндии, кроме этого известен из центральной и восточной Европы (Московская область) [19]. Из хозяев указаны златки, данных по биологии нет. Все виды браконид и эуритомида представлены в наших выведениях 1-2 экземплярами, вылетевшими в Красноярске из бревен, сильно зараженных уссурийским полиграфом.

Наиболее многочисленными в поселениях полиграфа как в Красноярском крае, так и в Томской области (С.А.Кривец, устное сообщение) оказались хальциды *Dinotiscus eupterus* (Walker) и *Roptrocerus mirus* (Walker) (Pteromalidae) – эктопаразиты личинок многих видов короедов, в частности и *Polygraphus poligraphus* (L.); транспалеаркты, уже были известны ранее из окрестностей Красноярска на *Pityogenes chalcographus* (L.) и *Ips typographus* (L.), соответственно [12]. *D. eupterus* обычен в энтомоконсорциях сосны, лиственницы и ели [10], с пихты указывается впервые. *R. mirus* встречен на многих видах короедов на кедре корейском и ряде сосен и елей; среди хозяев указан и *P. proximus* на пихте белокорой [19]. Суммарное заражение обоими видами личинок полиграфа в его очаге в Красноярском крае не превышало 20% [1].

Комплекс естественных врагов, обнаруженных в ходах уссурийского полиграфа в Западной Сибири, включает как минимум 14 видов облигатных и факультативных хищников из отрядов Жесткокрылых и Двукрылых. Доминантами служат личинки мухи-короедницы *Medetera penicillata* Negrobov, жуки и личинки узкотелки *Lasconotus jelskii* Wank. и карапузика *Plegaderus vulneratus* Pz. [8]. Наибольшей плотности в поселениях полиграфа достигает короедница (до 7 личинок/дм²) [9], что однако существенно ниже наблюдаемой максимальной плотности жуков полиграфа (до 90 вылетных отверстий/дм²) [11].

Таким образом, в районах инвазии уссурийского полиграфа имеющийся пресс местного комплекса энтомофагов недостаточен для действенного регулирования его популяций. При этом важно, что комплекс этот состоит из видов, обитающих и на Дальнем Востоке и что как минимум один из наиболее действенных паразитов короеда в Сибири – хальцид *Roptrocerus mirus* – точно входит в состав его аборигенных энтомофагов.

Данные об энтомофагах *P. proximus* на Дальнем Востоке, в Японии и в Корее крайне отрывочны: специально этим видом не занимались ввиду его небольшого там хозяйственного значения. Наши предварительные результаты пока отнюдь не свидетельствуют о сколь либо существенной роли природных врагов в сдерживании популяций полиграфа и в его природном ареале.

В районе инвазии *P. proximus* интересно было бы попробовать искусственно поднять плодовитость его известных и потенциальных паразитов. Перепончатокрылые имеют синовиогенный тип созревания половых продуктов при котором реализованная плодовитость зависит от дополнительного питания самок; при дефиците источников питания даже небольшое количество яиц, имеющееся при отрождении, может рассосаться. Темнохвойная тайга – не лучшее место для источников нектара, которым могут питаться самки. В рамках проекта по разработке методов биологического контроля короеда *Dendroctonus frontalis*

Zimm. в США была сделана попытка авиа-внесения в очаги дендроктона инкапсулированной подкормки для имаго паразитов – в лабораторных условиях она существенно удлиняла их жизнь и повышала плодовитость. Было доказано, что после обработки все 7 основных видов паразитов (из родов *Meteorus*, *Spathius*, *Eurytoma*, *Dasycerus*, *Dinotiscus* и *Roptrocerus*) интенсивно питались внесенной подкормкой [18]. К сожалению, до внедрения эти эксперименты доведены не были.

В идеале интродуцированный агент биологического контроля должен отвечать следующим требованиям: (1) быть связанным с целевым видом вредителя и существенно влиять на его численность; (2) обитать лишь на целевом виде (или на очень близких видах); (3) изначально обитать в климатических условиях, сходных с таковыми района будущей интродукции; (4) быть толерантным к широкому диапазону изменений параметров окружающей среды; (5) быть фенологически синхронизированным с целевым видом в районе интродукции [17]. Как было показано выше, ситуация с уссурийским полиграфом не отвечает как минимум двум первым из этих требований.

В сложных лесных экосистемах ни один из факторов биологического контроля в отдельности, ни все они в комплексе не могут расцениваться как немедленная панацея от проблемы вредителя, но лишь как элементы длительного подхода к частичному решению этой проблемы. Таким образом, озвученные в литературе предложения сосредоточиться на классическом биологическом контроле инвазийных популяций уссурийского полиграфа [5] с подробным расчетом количества биолaborаторий для разведения его энтомофагов и необходимых для этого средств (соответственно 25 лабораторий и 250 млн руб. [4: с.14]) в настоящее время, мягко говоря, нереалистичны. Некоторый эффект, как нам представляется, могут дать лесохозяйственные мероприятия в районах инвазии, в основном имеющие превентивный характер.

Авторы признательны С.А.Белокобыльскому, М.Д.Зеровой и Е.В.Целих за определение перепончатокрылых из семейств Braconidae, Eurytomidae и Pteromalidae, соответственно. Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (гранты №№ 12-04-00801а и 13-04-00820а) и проекта ISEFOR, финансируемого Европейской комиссией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранчиков Ю.Н., Пашенова Н.В., Петько В.М. Факторы динамики численности популяций уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) на фронтах его инвазийного наступления // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». Сборник материалов. Т. 4. – Новосибирск: СГТА, 2012. – С. 99-103.

2. Баранчиков Ю.Н., Петько В.М., Астапенко С.А., Акулов Е.Н., Кривец С.А. Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Лесной вестник. Вестник Московского государственного университета леса, 2011. – № 4 (80). – С. 78–81.

3. Белокобыльский С.А., Тобиас В.И., Котенко А.Г., Прощалыкин М.Ю. Сем. Braconidae – Бракониды // Аннотированный каталог насекомых дальнего Востока. Т.1. Перепончатокрылые / Под ред. А.С.Лелея. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – С.300-389.

4. Гниненко Ю.И., Клюкин М.С. Анализ фитосанитарного риска уссурийского короеда *Polygraphus proximus* Vland. для территории Российской Федерации. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2010. – 28 с.
5. Гниненко Ю.И., Клюкин М.С. Уссурийский короед на территории России. // Защита и карантин растений, 2011. Вып. 11. – С. 32-34.
6. Государственная программа Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013-2020 годы. – 2012. - 255 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/other/76/Gosprogramma_Razvitie_lesnogo_hozyajstva_2013-2020.pdf
7. Ижевский С.С. Словарь-справочник по биологической защите растений от вредителей. – Москва: «Академия», 2003. – 208 с.
8. Керчев И.А. Насекомые-хищники полиграфа уссурийского в Западной Сибири // XVI съезд Русского энтомологического общества. Мат-лы съезда. - Спб.: РЭО, 2012. – С. 176.
9. Керчев И.А., Негрбов О.П. *Medetera penicillata* Negrobov, 1970 (Diptera, Dolichopodidae) в сибирских очагах массового размножения уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford, 1894 (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) // Евразийский энтомологический журнал, 2012. – Т. 11, вып. 6. – С. 565-568.
10. Коломиец Н.Г., Богданова Д.А. Паразиты и хищники ксилофагов Сибири. – Новосибирск: Наука, 1979. – 280 с.
11. Криволицкая, Г.О. Короеды острова Сахалин. – М.-Л.: Наука, 1958. – 195 с.
12. Целих Е.В. Хальциды подсем. Pteromalinae (Hymenoptera, Pteromalidae) – паразитоиды жесткокрылых сем. Scolytidae (Coleoptera) фауны России и сопредельных территорий // Энтомологическое обозрение. – 2010. – Т.89 (3). – С. 662-676.
13. Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis / F.Lieutier, K.R.Day, A.Battisti, J.-C.Gregoire, H.F.Evans (eds.) – Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2004. – 570 с.
14. Dahlsten D.L., Mills N.J. Biological control of forest insects // Fisher T.W., Bellows T.S., Caltagirone L. et al., eds. Handbook of biological control: principles and applications of biological control. – San Diego, CA: Academic Press. – P. 761-788.
15. Gregoire J.-C. The greater European spruce beetle // A.A.Berryman (Ed.). Dynamics of forest insects populations: patterns, causes, implications. – New York, London: Academic Press, 1988. – P. 455-479.
16. Landis D.A., Orr D.B. Biological control: approaches and applications. // E. B. Radcliffe, W. D. Hutchison & R. E. Cancelado [eds.], Radcliffe's IPM World Textbook, University of Minnesota, St. Paul, MN. 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/landis.htm>
17. Reardon, R.; Onken, B.; Cheah, C.; Montgomery, M.E.; Salom, S.; Parker, B.L.; Costa, S.; Skinner, M. Biological control of hemlock woolly adelgid. – United States Department of Agriculture, Forest Service. Forest Health Technology Enterprise Team. Burlington, VT. FHTET-2004-04. 2004. – 22 p.
18. Stephen F.M., Browne L.E. Application of EliminateTM parasitoid food to boles and crowns of pines (Pinaceae) infested with *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae) // Canad. Entomol., 2000. – V. 138. – P. 983-985.
19. Universal Chalcidoidea Database. The Natural History Museum. 2012. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nhm.ac.uk/research-curation/research/projects/chalcidoids/>

© Ю.Н. Баранчиков, В.М. Петько, 2013

АТТРАКТИВНОСТЬ ФИТОПАТОГЕННОГО ГРИБА *GROSMANNIA AOSHIMAE* ДЛЯ ЖУКОВ ЕГО ИНВАЗИЙНОГО ПЕРЕНОСЧИКА – УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА

Наталья Вениаминовна Пашенова

Институт леса им.В.Н.Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/28, старший научный сотрудник Отдела физико-химической биологии древесных растений, тел. (391)243-36-866; e-mail: pasnat@ksc.krasn.ru

Владимир Михайлович Петько

Институт леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/28, научный сотрудник лаборатории лесной зоологии, тел. (391)243-36-866

Юрий Николаевич Баранчиков

Институт леса им.В.Н.Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/28, зав. лабораторией лесной зоологии, тел. (391)243-36-86; e-mail: baranchikov-yuri@yandex.ru

Успех инвазийного вредителя пихты сибирской короеда *Polygraphus proximus* Bland. связан со способностью жуков к массовому нападению на отдельные здоровые деревья пихт. Одним из факторов агрегации жуков может служить аттрактивность продуктов жизнедеятельности в лубе пихт переносимого короедами фитопатогенного гриба *Grosmannia aoshimae* (Ohtaka et Masuya).

Ключевые слова: уссурийский полиграф, инвазия, фитопатогенный гриб, пихта сибирская.

ATTRACTIVITY OF PHYTOPATHOGENIC FUNGUS *GROSMANNIA AOSHIMAE* FOR ADULTS OF ITS INVASIVE VECTOR – FOUR-EYED FIR BARK BEETLE

Nataliya V. Pashenova

V.N.Sukachev Institute of Forest SB RASc., 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok 50/28, Department of Physical and Chemical Ecology of Wooden Plants, Senior Research Scientist; e-mail: pasnat@ksc.krasn.ru

Vladimir M. Petko

V.N.Sukachev Institute of Forest SB RASc., 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok 50/28, Department of Forest Zoology, Research Scientist, tel. (391)243-36-866

Yuri N. Baranchikov

V.N.Sukachev Institute of Forest SB RASc., 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok 50/28, Department of Forest Zoology, Department Head, tel. (391)243-36-866 e-mail: baranchikov-yuri@yandex.ru

The success of invasive pest of Sibeian fir – bark beetle *Polygraphus proximus* Bland. is connected with the ability of beetles for massive attack of individual healthy firs. Metabolites attractiveness of the phytopathogenic fungi *Grosmannia aoshimae* (Ohtaka et Masuya) vectored by the bark beetle may be an important factor of pest aggregation.

Key words: four-eyed fir bark beetle, invasion, phytopathogenic fungi, Siberian fir.

Массовое нападение на дерево – распространенная тактика заселения кормового объекта насекомыми-ксилофагами. При этом наиболее агрессивные виды «физиологических вредителей» своей массовой атакой способны быстро преодолеть защиту даже вполне здорового дерева [4]. До недавнего времени список физиологических вредителей для пихты сибирской состоял лишь из черного пихтового усача *Monochamus urussovi* Fish. [5]. В начале текущего столетия в пихтарниках Южной Сибири обнаружили очаги массового размножения уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Bland. – дальневосточного короеда, распространившегося на запад до Московской области. Успех инвайдера был обусловлен способностью жуков в массе заселять деревья пихты сибирской вне зависимости от их состояния, а также весьма ограниченным кругом паразитов и хищников в новых местообитаниях [1].

Эксперименты по выявлению агрегационного феромона жуков полиграфа идут полным ходом [9], но эффективного результата, сходного с таковым у короеда-типографа, пока не достигнуто. Нам представляется, что свою лепту в увеличение аттрактивности заселяемого полиграфом дерева могут вносить комплексы переносимых жуками грибов.

В Японии с *P. proximus* ассоциированы 11 видов офиостомовых грибов [13]. В галереях полиграфа в Сибири нами обнаружено не менее 5 видов грибов, в том числе найден и местный фитопатоген пихт – *Leptographium sibiricum* [6-7]. Доминантом сибирских микоконсорций полиграфа оказался агрессивный фитопатогенный дальневосточный гриб, описанный из Японии в 2006 году как *Ophiostoma aoshimae* [12]. Нахождение нами в культурах этого ассоцианта анаморф типа *Leptographium* [8] однозначно говорило о правомерности его отнесения к роду *Grosmannia*, что позднее и было сделано международным коллективом микологов с участием непрекаемого авторитета – д-ра М.Вингфильда [11], переименовавшим этот вид гриба в *Grosmannia aoshimae* (Ohtaka et Masuya) Masuya et Yamaoka. Это также, к сожалению, свидетельствует о поспешности опубликованного ранее в журнале «Защита и карантин растений» заявления о фитопатогенности «*O. aoshimae*» в европейской части России [3]. Обилие иллюстраций в указанной статье лишь подчеркивает, что авторы работали не с одним, а с целым «садом» разных видов грибов, среди которых, несомненно, присутствовала и *Grosmannia aoshimae*, о чем свидетельствует, одна из фотографий данной статьи. Однако изолированная авторами культура, чьи конидиеносцы *Sporotrix*- и *Pesotum*-типов проиллюстрированы в том же источнике многочисленными фотографиями, не может принадлежать к виду *G. aoshimae*. Главное же заключается в том, что авторы просто не были знакомы с описанием *G. aoshimae*. Они утверждают, что определяли этот вид по статье Отаки и соавторов 2002 года [3, стр. 42 и 45], то время как этот вид был описан четырьмя годами позже и в совсем другой работе [12]. Мы признательны д-ру С.Вудвелу (Абердин, Великобритания) и его сотрудникам, на молекулярном уровне подтвердившим в 2011 г. наше определение сибирских культур *G. aoshimae*, основанное на морфологических признаках.

Изучение возможной привлекательности луба пихты сибирской, заражен-

ного грибами-ассоциантами уссурийского полиграфа, для жуков-переносчиков провели в условиях лаборатории. С этой целью в марте 2012 г. срубили ствол молодой пихты диаметром 5-7 см, удалили ветки, избегая значительных повреждений внешней коры, и распилили на чурочки длиной 17-22 см. Места спилов покрыли тонким слоем парафина, чтобы замедлить высыхание.

Инокулирование чурок выполняли чистыми культурами грибов *G. aoshimae* и *Leptographium* sp., изолированными в 2010-2011 гг. из ходов уссурийского полиграфа на пихте сибирской в Красноярском крае. Первый гриб был представлен 2-мя изолятами (A2 и A7), различающимися по скорости распространения в лубе пихты, второй гриб был представлен одной культурой (G13), которая, по скорости распространения в лубе пихты сибирской, приближалась к быстрорастущему изоляту *G. aoshimae* (A7). Инокулюм готовили, выращивая данные грибы на сусло-агаре, в течение 7-10 суток. Для инокулирования на нижнем (по росту ствола) конце чурки стерильным скальпелем прорезали и приподнимали все слои коры до древесины, формируя кольцевую канавку шириной 7-10 мм. Канавка располагалась на расстоянии 1 см от нижнего конца чурки. Инокулюм, в виде полосок агаровой среды с мицелием соответствующего гриба, закладывали в канавку по всей её длине, прижимали вырезанной плоской коры и покрывали скотчем. Контролем служили окольцованные чурки без инокулирования грибами. Каждый вариант инокулирования был представлен 10-ю повторностями (чурками). Инокулирование выполняли 21 марта 2012 г., после чего, для распространения мицелия в лубе, чурки инкубировали при комнатной температуре в пластиковом боксе, поддерживая влажность около 80%, в течение 18 суток.

По окончании инкубирования чурки были использованы для подсадки жуков уссурийского полиграфа, отродившихся в лабораторных условиях из бревен пихты сибирской, заселенной короедом в природе. Для этого в темные боксы помещали по 2-5 жуков полиграфа, горизонтально располагая вокруг них на равном расстоянии 4 чурки (три варианта инокуляции и контроль). Расположение контрольных и опытных чурок в боксах произвольно изменялось при каждой подсадке. Боксы выдерживали при комнатной температуре в течение 18-20 часов, после чего отрезки осматривали, фиксируя наличие вточившихся жуков и их расположение относительно инокуляционной канавки. После завершения эксперимента был выполнен микологический анализ луба в отрезках по стандартным методикам (реизоляция) для того, чтобы оценить распространение и жизнеспособность грибов, использованных для заражения.

Из 62 жуков, использованных для подсадки, вточилось 30 штук. За время проведения эксперимента внесенный мицелий *Leptographium* sp. (G13) продвинулся до середины отрезков, а в некоторых случаях достиг верхней трети (табл.). Мицелий медленно растущей культуры *G. aoshimae* (A2) был обнаружен в нижней и средней частях чурбаков, тогда как быстрорастущая культура *G. aoshimae* (A7) продвинулась до верхнего края чурбаков, сохранила жизнеспособность в средней части, но почти отсутствовала в нижней трети, поблизости от места внесения инокулюма (табл.). В нижней части чурбаков мицелий *G.*

aoshimae (A7) был замещен сапротрофными микромицетами и базидиальными грибами, вызвавшими более глубокое разложение луба, вплоть до его мацерации. Преобладающие расстояния между инокулюмом и отверстиями втачивания жуков отвечали расположению мицелия в чурбаках. Так, в отрезках, зараженных *G. aoshimae* (A2), отверстия втачивания были приурочены к нижней трети чурбаков и находились поблизости от инокуляционной канавки. В случае с *G. aoshimae* (A7) средний показатель расстояния между инокулюмом и отверстием втачивания, наоборот, соответствовал границе между верхней и средней частями отрезка, то есть зоне, где был обнаружен живой мицелий гриба. Распространение гриба *Leptographium* sp. (G13) оказалось сильно изменчивым, а жуки полиграфа втачивались как в верхнюю, так и в нижнюю части чурбаков. Наконец, в контроле жуки предпочитали втачиваться в среднюю часть чурбака.

Таблица 1

Локализация мест втачивания жуков уссурийского полиграфа и распространение мицелия его грибов-ассоциантов в инокулированных чурбаках пихты сибирской в эксперименте

Вариант инокулирования чурбаков	Частота встречаемости мицелия грибов на разном расстоянии от инокулюма, %			Заселенных чурбаков, шт	Расстояние мест втачивания жуков от инокулюма, см
	0-5 см	6-11 см	12-18 см		
Контроль (поранение без инокуляции)	–	–	–	9	7,2 ± 3,1 (9)*
<i>Grosmannia aoshimae</i> (A2)	56	33	0	4	2,2 ± 1,1** (6)
<i>G. aoshimae</i> (A7)	10	60	50	6	11,6 ± 3,1** (7)
<i>Leptographium</i> sp. (G13)	100	100	33	8	5,8 ± 6,2 (8)

* В скобках указано общее число вточившихся жуков.

** Достоверные различия с контролем по непараметрическому критерию Манна-Уитни при $P \leq 0,05$.

Таким образом, смещение отверстий втачивания от центра в область наиболее вероятного присутствия живого и активного мицелия *G.aoshimae*, позволяет предположить существование некоторого аттрактивного эффекта этого гриба-ассоцианта для жуков уссурийского полиграфа. Полученные результаты соответствуют пока немногочисленным свидетельствам о возможном участии грибных ассоциантов короедов в коммуникативной связи внутри энтомофитопатогенных консорциев хвойных [10]. Дальнейшие исследования позволят оценить роль доказанной аттрактивности грибных метаболитов *G.aoshimae* в агре-

гационном поведении уссурийского полиграфа при массовом заселении пихт.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (грант № 13-04-00820а) и проекта ISEFOR, финансируемого Европейской комиссией.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранчиков Ю.Н., Пашенова Н.В., Петько В.М. Факторы динамики численности популяций уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) на фронтах его инвазийного наступления // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. Международная научная конференция «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью». Сборник материалов. Т. 4. – Новосибирск: СГТА, 2012. – С. 99-103.
2. Баранчиков Ю.Н., Петько В.М., Астапенко С.А., Акулов Е.Н., Кривец С.А. Уссурийский полиграф – новый агрессивный вредитель пихты в Сибири // Лесной вестник. Вестник Московского государственного университета леса, 2011. – № 4 (80). – С. 78–81.
3. Гниненко Ю.И., Жуков А.М., Клюкин М.С. Уссурийский короед и пихтовая офиостома – новая угроза пихтовым лесам в Сибири и Европе. Первое обнаружения патогена. // Защита и карантин растений, 2012. – С. 42- 45.
4. Исаев А.С., Гирс Г.И. Взаимодействие дерева и насекомых-ксилофагов. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, – 1975. 348 с.
5. Исаев А.С., Рожков А.С., Киселев В.В. Черный пихтовый усач. – Новосибирск: «Наука, Сибирское отделение», 1988. – 272 с.
6. Пашенова Н.В., Баранчиков Ю.Н., Петько В.М. Агрессивные офиостомовые грибы из ходов полиграфа уссурийского // Защита и карантин растений. – 2011. – № 6. – С.31-33.
7. Пашенова Н.В., Баранчиков Ю.Н., Петько В.М., Бабичев Н.С. Фитопатогенная активность грибов, переносимых уссурийским полиграфом в пихтовых лесах Южной Сибири // Проблемы лесной фитопатологии и микологии. Мат-лы VIII международной конференции. – Ульяновск, 2012. – С. 148-153.
8. Пашенова Н.В., Петько В.М., Керчев И.А., Бабичев Н.С. Перенос офиостомовых грибов уссурийским полиграфом *Polygraphus proximus* Blandford (Coleoptera, Scolytidae) в Сибири // Известия СПбЛТА, 2012. – Вып. 200. – С.213-220.
9. Петько В.М., Баранчиков Ю.Н., Вендило Н.В., Плетнев В.А., Лебедева К.В. Лёт жуков уссурийского полиграфа на искусственные аттрактанты в пихтовых лесах Красноярского края // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск, 24-27 сентября 2012 г. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2012. – С.82-84.
10. Boucias D.G., Lietze V.U., Teal P. 2012. Chemical signals that mediate insect-fungal interactions. // Biocommunication of fungi. G. Witzany (Ed.). Springer Science, Dordrecht. – P.305-336.
11. Masuya H., Yamaoka Y., Wingfield M.J.. Ophiostomatoid fungi and their associations with bark beetles in Japan // Ophiostomatoid Fungi: Expanding Frontiers (Seifert KA, Wingfield MJ, eds). – Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht, The Netherlands. – CBS Biodiversity Series 12. 2013. – P. 79-91.
12. Ohtaka N., Masuya H., Yamaoka Y., Kaneko S. Two new *Ophiostoma* species lacking conidial states isolated from bark beetles and bark beetle-infested *Abies* species in Japan // Can. J. Bot. – 2006. – № 84. – P. 282-293.
13. Yamaoka Y., Masuya H., Ohtaka N., Goto H., Kaneko S., Kuroda Y. Ophiostoma species associated with bark beetles infesting three *Abies* species in Nikko, Japan // J.For.Res., 2004. – V. 9. – P. 67-74.

© Н.В. Пашенова, В.М. Петько, Ю.Н. Баранчиков, 2013

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И МОНИТОРИНГ АГРАРНЫХ И ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ

Ирина Анатольевна Целитан

Красноярский институт экономики Санкт-Петербургского университета управления и экономики, 660100, Россия, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 70а, старший преподаватель кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин, тел. (913)551-1796, e-mail: igor57@akadem.ru

В статье обсуждаются актуальные вопросы геоэкологической оценки и мониторинга аграрных и лесных территорий в связи с воздействием опасных природных явлений в Красноярском крае.

Ключевые слова: аграрные и лесные территории, опасные природные явления, геоэкологическая оценка, мониторинг, Красноярский край.

GEOECOLOGICAL ASSESSMENT AND MONITORING OF AGRICULTURAL AND FOREST AREAS UNDER NATURAL HAZARDS' IMPACT

Irina A. Tscelitan

Krasnoyarsk Institute of Economy, Saint-Petersburg University of Management and Economy, 660100, Russia, Krasnoyarsk, Academician Kirenskii str., 70a, senior lecturer for department of natural science and the humanities, tel. (913)551-1796, e-mail: igor57@akadem.ru

Current issues of geoecological assessment and monitoring of forest and agricultural areas due to impact of natural hazards in Krasnoyarsk territory are discussed in the paper.

Key words: agricultural and forest areas, natural hazards, geo-ecological assessment, monitoring, Krasnoyarsk territory.

Геоэкологические проблемы сельского и лесного хозяйства принято считать универсальными. Они встречаются повсеместно и воздействие их на природную среду одинаково велико, независимо от ландшафтно-климатических особенностей территорий [9]. Эти проблемы, большей частью, являются результатом антропогенных воздействий, но, во многих случаях, вызваны воздействием опасных явлений природного характера.

Сельское и лесное хозяйство – отрасли экономики, наиболее подверженные влиянию опасных природных явлений. По данным научных исследований, на долю погодных условий приходится от 44 до 55% общей амплитуды колебаний урожайности и воздействия лесных пожаров, вызванных совместным влиянием многих факторов. В общем ущербе от опасных природных явлений в растениеводстве более 95% составляет ущерб от гибели посевов различных зерновых культур, более 80% погибших от огня лесных насаждений [2, 4, 10].

Особое место при воздействии опасных природных явлений отводится развитию эрозионных процессов почвенного покрова. Как следствие этих процессов – уменьшение площадей плодородных земель сельскохозяйственного и

лесохозяйственного назначения, общее снижение продуктивности в растениеводстве (лесоводстве), ухудшение качественных характеристик почвы в результате усиливающегося антропогенного воздействия, увеличение концентраций в почве различных ядовитых веществ, поступающих с удобрениями, пестицидами и инсектицидами, которые существенно снижают биотические и ассимиляционные функции почв [5-8].

Геоэкологическая оценка и мониторинг опасных природных явлений позволяют существенно снизить ущерб в сфере аграрного и лесохозяйственного производства, своевременно наметить и осуществить необходимые хозяйственные и организационные мероприятия по смягчению наступивших неблагоприятных последствий [1, 3].

Целью нашего исследования явилась геоэкологическая оценка и мониторинг аграрных и лесных территорий под воздействием опасных природных явлений в Красноярском крае.

В ходе выполнения исследований проведен анализ опасных природных явлений, приводящих к стихийным бедствиям в агропромышленном и лесном комплексе Красноярского края, выполнена геоэкологическая оценка и мониторинг аграрных и лесных территорий по потенциальной опасности землепользования. Установлено, что наибольшую опасность и экономический ущерб приносят, водная и ветровая эрозия земель, засуха, ливень, град, ранний снегопад, пожары растительности (рис. 1, табл. 1, 2).

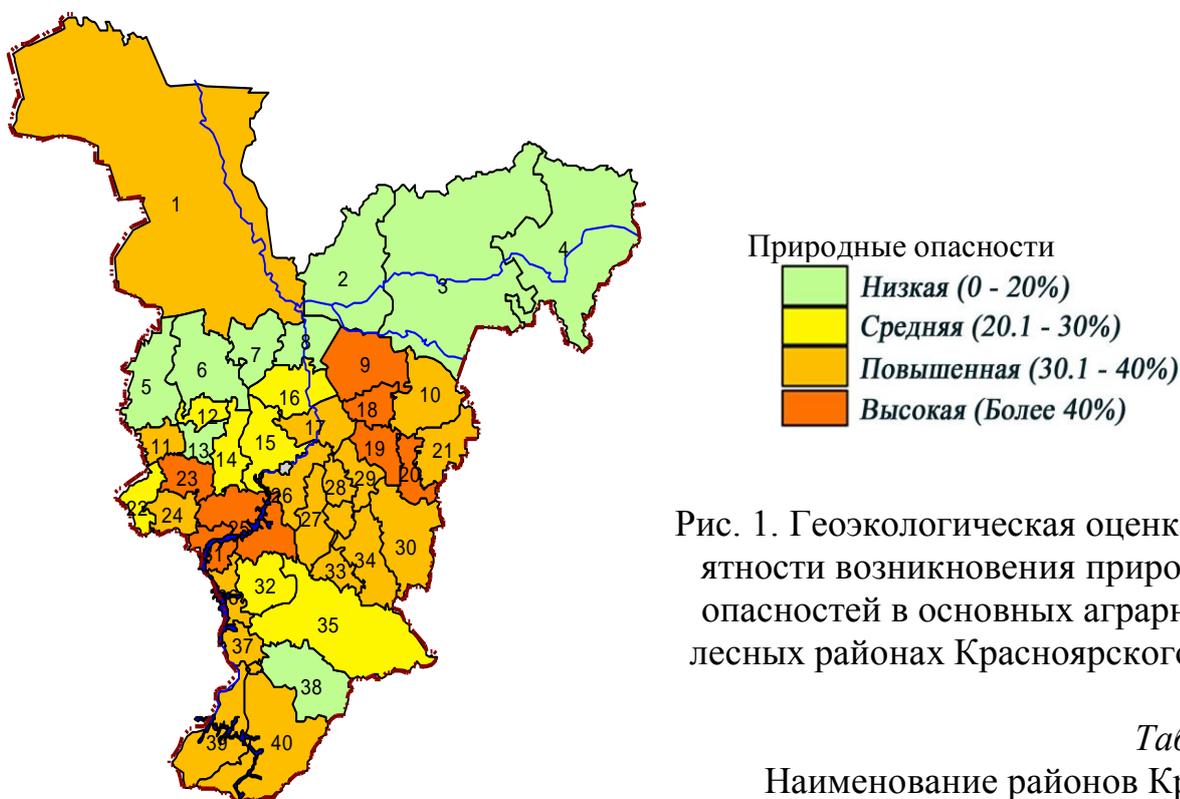


Рис. 1. Геоэкологическая оценка вероятности возникновения природных опасностей в основных аграрных и лесных районах Красноярского края

Таблица 1
Наименование районов Красноярского края, отображенных на рис. 1 и 2

Номер на рисунке	Наименование района	Номер на рисунке	Наименование района
1	Енисейский	21	Н.Ингашский
2	Мотыгинский	22	Шарыповский
3	Богучанский	23	Назаровский
4	Кежемский	24	Ужурский
5	Тюхтетский	25	Балахтинский
6	Бирилюсский	26	Березовский
7	Пировский	27	Манский
8	Казачинский	28	Уярский
9	Тасеевский	29	Рыбинский
10	Абанский	30	Ирбейский
11	Боготольский	31	Новоселовский
12	Б.Улуйский	32	Идринский
13	Ачинский	33	Партизанский
14	Козульский	34	Саянский
15	Емельяновский	35	Курагинский
16	Б.Муртинский	36	Краснотуранский
17	Сухобузимский	37	Минусинский
18	Дзержинский	38	Каратузский
19	Канский	39	Шушенский
20	Иланский	40	Ермаковский

Таблица 2

Подверженность эрозии аграрных и лесных территорий в Красноярском крае, тыс. га (по состоянию на 2012 год)

Вид эрозии	Степень проявления	Зоны			Всего по краю
		Южная тайга, подтайга	Лесостепь	Степь	
Водная	Слабая	41	195	36	272
	Средняя	12	38	9	59
	Сильная	2	1	3	6
	Сумма	55	234	48	337
Ветровая	Слабая	32	198	48	278
	Средняя	2	71	35	108
	Сильная	1	9	6	16
	Сумма	35	278	89	402
Комплексная	Слабая	2	58	36	96
	Средняя	1	19	26	46
	Сильная	1	2	19	22
	Сумма	4	79	81	164
Потенциально-опасные		22	65	59	146
Итого		116	656	277	1049

С применением данных дистанционного зондирования - аэро- и космических снимков и геоинформационных технологий проведено геоэкологическое зонирование территории Красноярского края на ландшафтно-экологической основе по опасностям землепользования и проявления различных видов эрозии, составлены карты геоэкологического зонирования аграрных и лесных территорий (рис. 2).

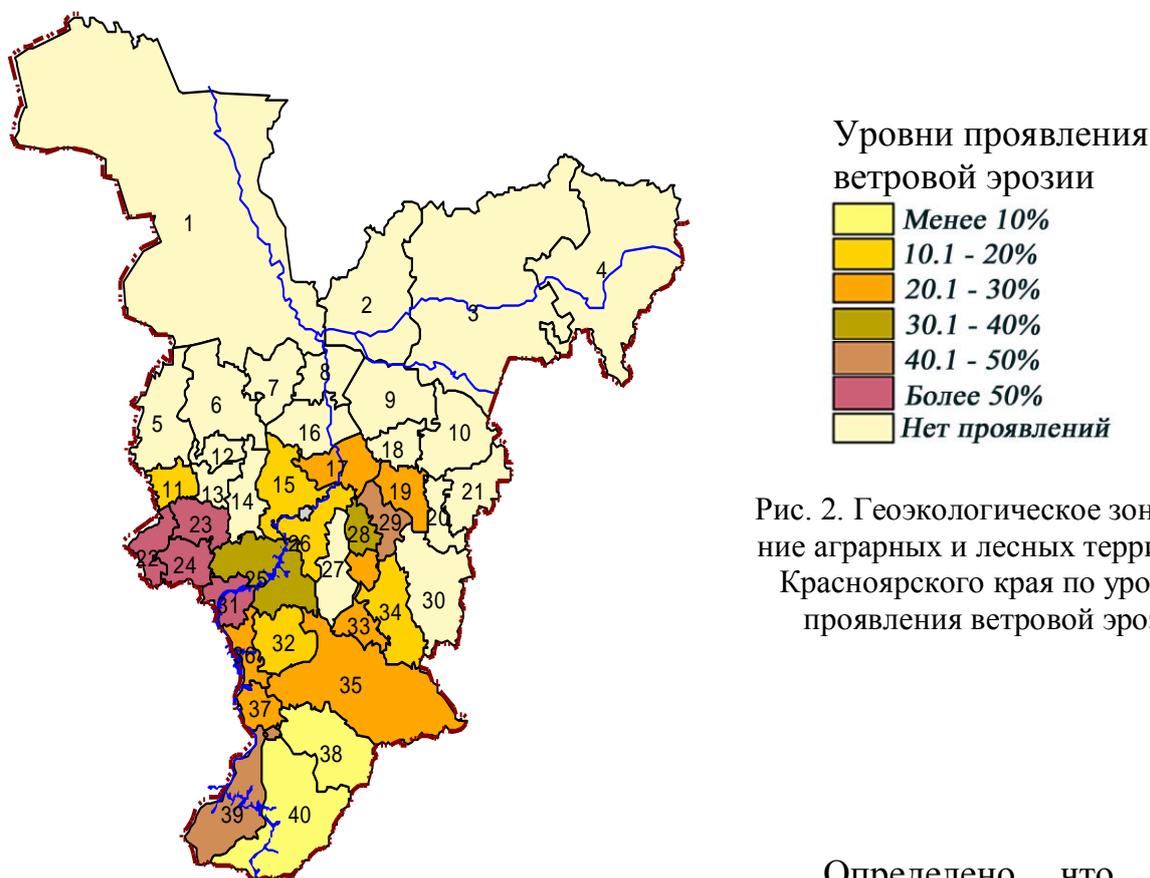


Рис. 2. Геоэкологическое зонирование аграрных и лесных территорий Красноярского края по уровням проявления ветровой эрозии

Определено, что своевременное проведение мониторинга опасных природных явлений и их последствий на сельскохозяйственное и лесохозяйственное производство позволит более эффективно использовать аграрные и лесные территории, создать оптимальную систему управления земельными ресурсами, предотвратить или минимизировать ущерб от опасных природных явлений в сельском и лесном хозяйстве.

Разработаны предложения по формам и объемам страхования сельскохозяйственных и лесных культур, с учетом возможных рисков землепользования и прогнозируемого ущерба. С учетом опасностей природного характера произведены расчеты площадей вероятной гибели различных зерновых и лесных культур по районам края, которые являются исходными данными для расчета страховых платежей. Районы, где за годы наблюдений регистрировались опасные природные явления, подлежат обязательному страхованию производства культур, остальные районы края - добровольному.

Рекомендовано развивать систему страхования сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства в крае в направлении: совершенствования за-

конодательной и методической основы страхования, расширения спектра страховых услуг в сфере аграрных и лесных отношений, разработки и реализации государственных программ на федеральном и региональном уровнях по поддержке и развитию страхования аграрного и лесохозяйственного производства, повышения квалификации и подготовки кадров.

Реализация на практике разработанных предложений позволит существенно снизить экономический и социальный ущерб от негативного воздействия опасных природных явлений, стабилизировать экономические отношения на аграрных и лесных территориях края, создать более комфортные и безопасные условия для проживания местного населения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безруких В.А. Агроприродный потенциал Приенисейской Сибири: оценка и использование. Красноярск: КГПУ им. В.П. Астафьева, 2010. – 160 с.
2. Варламов А.А., Хабаров А.В. Экология землепользования и охрана природных ресурсов. М.: Колос, 1999. – 159 с.
3. Гогмачадзе Г.Д. Агроэкологический мониторинг почв и земельных ресурсов Российской Федерации. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2010. – 592 с.
4. Гольберг М.А., Волобуева Г.В., Фалей А.А. Опасные явления погоды и урожай. Минск: Ураджай, 1988. – 120 с.
5. Заславский М.Н. Эрозиоведение. Основы противозерозионного земледелия. М.: Высш. школа, 1987. – 376 с.
6. Захаров П.С. Эрозия почв и меры борьбы с ней. М.: Колос, 1978. – 176 с.
7. Звонков В.В. Водная и ветровая эрозия земли. М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 174 с.
8. Колесниченко М.В. Лесомелиорация с основами лесоводства. М.: Колос, 1981. – 335 с.
9. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: СГУ, 1999. – 154 с.
10. Фуряев В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука, 1996. – 253 с.

© И.А. Целитан, 2013

ОПЫТ ЛЕСНОГО СТЕРЕОДЕШИФРИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПО ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ В ОБЪЕКТАХ С НАЛИЧИЕМ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Виктор Иванович Березин

Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Севзаплеспроект», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, 16, зам. руководителя отдела развития новых технологий, тел. (812) 387-03-33, e-mail: berezin.vi@yandex.ru

Дмитрий Михайлович Черниковский

ФГУП «Рослесинфорг», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, 16, ведущий инженер отдела по науке и инновациям, тел. (812) 387-03-33, e-mail: cherndm2006@yandex.ru

В статье предлагается методика работ по государственной инвентаризации лесов на труднодоступных территориях с применением специального программно-аппаратного обеспечения и космической стереосъемки сверхвысокого пространственного разрешения.

Ключевые слова: стереодешифрирование, программно-аппаратное обеспечение, государственная инвентаризация лесов, данные дистанционного зондирования.

THE EXPERIENCE OF INTERPRETATION OF FOREST STEREO IMAGES USING SPECIAL SOFTWARE, HARDWARE AND GIS-TECHNOLOGIES FOR THE EXECUTION OF STATE FOREST INVENTORY IN OBJECTS WITH REMOTE AREAS

Victor I. Berezin

Branch «Roslesinforг», «Sevzaplesproject», 196084, Russia, Saint-Petersburg, Kolya Tomchak Street, 16, deputy head of the department of development of new technologies, tel. (812) 387-03-33, e-mail: berezin.vi@yandex.ru

Dmitry M. Chernihovsky

FSUE «Roslesinforг» 196084, Russia, Saint-Petersburg, Kolya Tomchak Street, 16, leading engineer of department of Science and Innovation, tel. (812) 387-03-33, e-mail: cherndm2006@yandex.ru

In the article is shown a possible methodology of work by execution of State forest inventory in objects with remote areas using special software, hardware and space stereoimages ultra-high spatial resolution.

Key words: stereo interpretation, software, hardware, State forest inventory, remote sensing.

Необходимость развития дистанционных методов и безальтернативность применения материалов дистанционных съемок в качестве информационно-технической основы лесоучетных работ в Российской Федерации очевидна. К сожалению, несмотря на значительный прогресс в сфере дистанционных методов в целом, в части их применения в лесном хозяйстве Российской Федерации отмечается многолетний застой: используется ограниченный состав материалов ДЗЗ, технологии и инструменты лесного дешифрирования не меняются с 1980-х гг., процессы обработки и представления материалов аэрокосмосъемки во мно-

гом несовершенны [1]. Среди современных материалов ДЗЗ, широко представленных на рынке, особый интерес для лесоучетных работ представляет космическая цифровая стереосъемка сверхвысокого пространственного разрешения с явными ее преимуществами [2-4].

Задачи исследования по использованию материалов ДЗЗ и ГИС-технологий заключались в разработке методических подходов и практических рекомендаций по лесному дешифрированию, в том числе анализу информационных возможностей и признаков дешифрирования таксационных характеристик лесов по цифровым космическим стереоизображениям сверхвысокого пространственного разрешения для целей государственной инвентаризации лесов в объектах с наличием труднодоступных территорий.

В вегетационный период 2012 года выполнена космическая спектральная сверхвысокого разрешения стереоскопическая цифровая съемка территорий (фрагменты сцен 10×10 км) одного учебно-тренировочного и шести тренировочных таксационно-дешифровочных полигонов в объектах работ государственной инвентаризации лесов 2012 года. Цифровые изображения получены сенсором GeoEye-1. Тип изображения GeoEye-1 GeoStereo. Число спектральных каналов – 4, в том числе ближний инфракрасный. Радиометрическое разрешение – 11бит/пиксел. Уровень предварительной обработки изображений - Standard Geometrically Corrected. Средствами программ Scanex и Photomod выполнена первичная обработка и подготовка сканерных изображений к лесному контурному, аналитическому и измерительному дешифрированию (табл.1).

Таблица 1

Последовательность (схема) работ по лесному стереодешифрированию с применением специального программно-аппаратного обеспечения и ГИС-технологий для целей выполнения работ по государственной инвентаризации лесов в объектах с наличием труднодоступных территорий

Этап работ	Содержание	Программное обеспечение	Результат
Заказ, получение, первичная обработка и подготовка сканерных изображений сверхвысокого пространственного разрешения на таксационно-дешифровочные полигоны	Радиометрическая коррекция, формирование псевдоцветных изображений, подготовка изображений к лесному контурному, аналитическому и измерительному дешифрированию.	ScaneX IMAGE Processor v.3.0, Inpho, Photomod	Наборы файлов данных дистанционного зондирования, проекты в программах Inpho, Photomod
Наземные работы по изучению таксационных и дешифровочных признаков с выборочно-измерительной так-	Измерение таксационных и дешифровочных показателей модельных деревьев в выделах		Результаты лесоизмерительных работ по изучению признаков дешифрирования

Этап работ	Содержание	Программное обеспечение	Результат
сацией выделов			
Анализ признаков дешифрирования с применением специально разработанного программного обеспечения	Разработка классификации признаков с их ранжированием. Оценка вероятностей появления признаков с составлением таблиц пошагового процесса дешифрирования преобладающих и сопутствующих пород	ForestDescript ² , программы обработки данных дистанционного зондирования (Inpho, Photomod)	Классификации признаков дешифрирования, таблицы распределения вероятностей признаков дешифрирования, таблицы пошагового процесса дешифрирования
Определение взаимосвязей между таксационными и дешифровочными признаками и вероятностная оценка их информативности	Определение параметров, значимости и информативности регрессионных зависимостей, построение графиков и номограмм	MS Excel 2010, Statgraphics Plus 5.1	Уравнения взаимосвязей, графики и номограммы зависимостей
Контурное дешифрирование страт ГИЛ с выделением полигонов страт на основе Единой схемы стратификации лесов	Формирование векторных слоев с контурами страт ГИЛ по стереопарам космических снимков с применением специального программно-аппаратного обеспечения	программы обработки данных дистанционного зондирования (Inpho, Photomod)	Векторные слои с полигонами лесных страт
Экспорт результатов в ГИС	Экспорт результатов в ГИС, поиск и исправление ошибок, окраска и оформление карт лесных страт	Photomod 5.24, WinGIS 2003	Карты лесных страт ГИЛ

В 2012 г в каждом экспериментальном полигоне выполнена реласкопическая таксация с анализом признаков дешифрирования 50 таксационных выделов в 1-2 кварталах. На пробных реласкопических (постоянного радиуса) площадках измерялись таксационно-дешифровочные показатели модельных деревьев (без их рубки) с целью последующего установления зависимостей между таксационными и дешифровочными показателями древостоев. Общее количество измеренных деревьев на каждой площадке составляло 100 деревьев. У

² Разработано специальное программное обеспечение по автоматизированной обработке данных анализа признаков дешифрирования на основе вероятностных методов оценки с их формализацией и ранжированием по классам (ForestDecrypt v 1.0).

каждого модельного дерева измеряли: диаметр ($D_{1,3}$), высоту (H), высоту до основания кроны ($H_{ок}$), диаметр кроны в направлениях С-Ю, В-З с вычислением среднего (D_k). В целом по выделу выполнялось измерение сомкнутости полога точечным способом (200 точек визирования). Результаты измерения таксационно-дешифровочных показателей модельных деревьев фиксировались в Карточках реласкопической таксации выдела.

Одним из ключевых этапов работ был анализ признаков дешифрирования, проводимый по материалам ДЗЗ сверхвысокого разрешения на основе данных наземных работ с использованием специального программно-аппаратного обеспечения. В процессе стереоскопического анализа визуально оценивались изображения объектов анализа - отдельных деревьев конкретного насаждения, определялись его формализованные и ранжированные по классам фотометрические, морфологические характеристики и измерялись количественные параметры.

На заключительном этапе по преобладающим и составляющим породам составлялись описательные таблицы признаков дешифрирования с указанием вероятностей значений признаков, пошаговой последовательности использования признаков в процессе дешифрирования и вероятностей ошибок распознавания соответствующей древесной породы. Фрагмент описательной таблицы, составленной в процессе настоящих исследований по результатам автоматизированного интерактивного анализа признаков дешифрирования и процесса распознавания древесных пород учебно-тренировочного полигона, приводится ниже (табл. 2).

Таблица 2

Фрагмент таблицы признаков дешифрирования и пошагового процесса распознавания древесных пород по материалам сканерных стереоскопических изображений пространственного разрешения 0,4 м (Учебно-тренировочный таксационно-дешифровочный полигон: Волховское лесничество, Загубское участковое лесничество Ленинградской области)

Преобладающая порода или категория земель	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Пошаговый процесс распознавания древесных пород (дешифрирования) и его достоверность
Ель	<p><i>Цвет:</i> Зеленый-4 (23) - $P = 0,37$, Зеленый-3 (22) - $P = 0,27$, Зеленый-5 (24) - $P = 0,13$, Зеленый-2 (21) - $P = 0,10$, Зеленый-1 (20) - $P = 0,08$.</p> <p><i>Проекция крон в плане:</i> Неправильно-округлая - $P = 0,65$, Эллипсоидная - $P = 0,24$, Округлая - $P = 0,08$.</p> <p><i>Собственная тень:</i> Треугольная - $P = 0,86$, Овальная - $P = 0,10$.</p> <p><i>Выпуклость кроны:</i> Остроконечная - $P = 0,92$.</p> <p><i>Размеры проекций кроны:</i> 6,5-7,5 м - $P = 0,24$, 5,5-6,5 м - $P = 0,22$, 4,5-5,5 м - $P = 0,17$, 7,5-8,5 м - $P = 0,16$, 3,5-4,5 м - $P = 0,10$, 8,5-9,5 м - $P = 0,08$.</p> <p><i>Форма промежутков:</i> Неправильно округлая - $P = 0,54$, Однобоковытянутая - $P = 0,22$, Узорчатая - $P = 0,19$.</p> <p><i>Размер промежутков:</i> 1,5-2,5 м - $P = 0,24$, 2,5-3,5 м - $P = 0,22$, 0-1,5 м - $P = 0,19$.</p> <p><i>Просматриваемость в глубину:</i> Просматриваемость средняя - $P = 0,52$, Просматривается хорошо - $P = 0,25$, Полог плотный - $P = 0,22$.</p>	<p>Отличается от:</p> <p><i>Береза:</i> Цвет - $Q = 1,00$.</p> <p><i>Осина:</i> Цвет - $Q = 1,00$.</p> <p><i>Сосна:</i> Выпуклость кроны - $Q = 0,68$, Собственная тень - $Q = 0,89$, Размер промежутков - $Q = 0,95$, Цвет - $Q = 0,97$, Просматриваемость в глубину - $Q = 0,98$, Проекция крон в плане - $Q = 0,99$, Форма промежутков - $Q = 0,99$.</p>
Береза	<p><i>Цвет:</i> Желтый-4 (39) - $P = 0,34$, Желтый-3 (38) - $P = 0,28$, Желтый-5 (40) - $P = 0,28$.</p> <p><i>Проекция крон в плане:</i> Неправильно-округлая - $P = 0,77$, Округлая - $P =$</p>	<p>Отличается от:</p> <p><i>Ель:</i> Цвет - $Q = 1,00$.</p> <p><i>Осина:</i> Выпуклость кроны - $Q = 0,97$,</p>

Преобладающая порода или категория земель	Признаки дешифрирования и вероятности их значений	Пошаговый процесс распознавания древесных пород (дешифрирования) и его достоверность
	<p>0,15, Однобоко-вытянутая - P = 0,08. <i>Собственная тень</i>: Овальная - P = 0,91, Серповидная - P = 0,06. <i>Выпуклость кроны</i>: Ясно выражена - P = 0,94. <i>Размеры проекций кроны</i>: 3,5-4,5 м - P = 0,30, 5,5-6,5 м - P = 0,25, 4,5-5,5 м - P = 0,21, 6,5-7,5 м - P = 0,09, 2,5-3,5 м - P = 0,08, 7,5-8,5 м - P = 0,06. <i>Форма промежутков</i>: Неправильно округлая - P = 0,75, Узорчатая - P = 0,11, Однобоко-вытянутая - P = 0,09. <i>Размер промежутков</i>: 0-1,5 м - P = 0,68, 2,5-3,5 м - P = 0,13, 1,5-2,5 м - P = 0,11. <i>Просматриваемость в глубину</i>: Просматриваемость средняя - P = 0,81, Полог плотный - P = 0,11, Просматривается хорошо - P = 0,08.</p>	<p>Цвет - Q = 1,00. <i>Сосна</i>: Цвет - Q = 1,00.</p>

Полученные данные автоматизированной статистической обработки признаков дешифрирования позволяют оценить информационные особенности используемых материалов съемки в отношении дешифрирования различных категорий лесных насаждений в зависимости от преобладающей породы, групп или классов возраста, полноты, категорий площадей.

На основании данных наземных работ по анализу признаков дешифрирования на территориях экспериментальных (опытных) полигонов оценивались статистические зависимости между таксационными и дешифровочными показателями лесных насаждений.

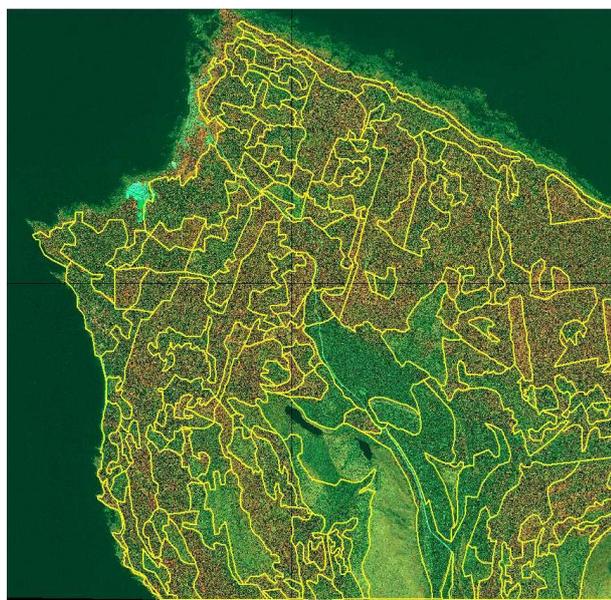
Средствами программ MS Excel и STATGRAPHICS Plus for Windows оценивали статистические характеристики таксационных и дешифровочных показателей (средние значения, коэффициенты варьирования, ошибки, регрессионные зависимости). Оценивались зависимости между отдельными деревьями по выделам и в целом по стратам. В табл.3 показаны результаты многофакторного регрессионного анализа таксационных и дешифровочных показателей лесных страт на примере экспериментального полигона в Междуреченском лесничестве Вологодской области.

Таблица 3

Параметры многофакторных регрессионных зависимостей между таксационно-дешифровочными показателями насаждений внутри страт ГИЛ экспериментального полигона Междуреченского лесничества (Вологодская область) вида $D_{1,3} = a + b * D_k + c * H$, где a, b, c – параметры, $D_{1,3}$ – диаметр на высоте груди, H – высота дерева, D_k – средний диаметр кроны. В скобках приводятся уровни значимости параметров

№ страты ГИЛ число модельных деревьев	Название страты ГИЛ (Единая схема стратификации лесов), преобладающая порода	a	b	c	Коэффициент детерминации, R ²
4 277	Светлохвойные средневозрастные высокопроизводительные, сосна		2,67	0,53	95,10
		-11,09	5,54	0,87	73,28
5 662	Светлохвойные средневозрастные среднепроизводительные, сосна		4,08	0,48	97,45
		-5,77	4,31	0,74	80,83
7 178	Светлохвойные приспевающие высокопроизводительные, сосна		2,88	0,66	97,67
		-25,87	3,25	1,71	74,25
8 274	Светлохвойные приспевающие среднепроизводительные, сосна		3,90	0,55	98,29
		-6,29	4,24	0,80	65,32

№ страты ГИЛ число модель- ных де- ревьев	Название страты ГИЛ (Единая схема стратифика- ции лесов), преобладающая порода	a	b	c	Коэф- фици- ент детер- мина- ции, R ²
	ные, сосна				
11 297	Светлохвойные спелые и перестойные, сосна		2,77	0,88	97,07
		-13,51	3,10	1,71	70,92
20 90	Темнохвойные спелые и перестойные среднепроизводительные, ель		2,69	0,53	99,09
		-14,82	2,51	1,15	71,27
37 2498	Мелколиственные спелые и перестойные высокопроизводительные, береза		2,78	0,48	98,14
		-6,95	2,81	0,75	68,83



а



б

Рис. 1. Карта лесных страт учебно-тренировочного полигона (Волховское лесничество Ленинградской области): а – космическое спектрально-аналитическое изображение сверхвысокого разрешения на территорию учебно-тренировочного полигона с контурами лесных страт, б – тематическая карта лесных страт ГИЛ

Выходным материалом по лесному стереодешифрованию с применением специального программно-аппаратного обеспечения и ГИС-технологий для целей выполнения работ по государственной инвентаризации лесов в объектах с наличием труднодоступных территорий являются карты лесных страт (рис. 1).

В настоящее время в рамках исследования получены следующие предварительные результаты:

- проведен обзор существующего на рынке программно-аппаратного обеспечения для обработки данных ДЗЗ, оценены возможности ряда программ для задач лесного стереодешифрирования;

- определены критерии и выбрано, на наш взгляд, оптимальное программно-аппаратное обеспечение для лесного стереодешифрирования;

- оценены возможности использования предшествующего опыта разработок технологий и программных продуктов обработки данных ДЗЗ для целей идентификации характеристик лесов на цифровых космических изображениях при государственной инвентаризации лесов на труднодоступных территориях;

- подготовлена нормативно-справочная атрибутивная и картографическая информация на территорию учебно-тренировочного и тренировочных полигонов, а также материалы ДЗЗ с их геореференцированием и контурным дешифрированием, с реласкопической таксацией лесотаксационных выделов для целей натуральных исследований информационных возможностей и признаков дешифрирования характеристик лесов на цифровых космических изображениях сверхвысокого пространственного разрешения;

- разработано и находится в стадии отладки, апробирования и подготовки к внедрению специальное программное обеспечение по автоматизированной интерактивной обработке данных анализа признаков дешифрирования и автоматизированному пошаговому процессу дешифрирования преобладающих и сопутствующих пород на основе вероятностных методов оценки признаков с их формализацией и ранжированием по классам;

- подготовлены предложения по принципам зонирования территории лесного фонда Российской Федерации на доступные и труднодоступные объекты;

- подготовлены предложения по принципиальной технологической схеме государственной инвентаризации лесов в труднодоступных объектах, основанные на методе рационального сочетания наземных пробных площадей и фотопроб;

- выполняются работы по освоению технологии получения стереоизображений и изучения признаков дешифрирования на основе вероятностных методов их оценки с составлением таблиц признаков дешифрирования и оценкой их информативности;

- предложена и апробируется на примере шести полигонов технология стереодешифрирования лесных страт ГИЛ и фотопроб-фотосцен (лесотаксационных выделов) по материалам космической стереосъемки Geoeye-1 с использованием программы Photomod.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухих В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: Учебник. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 392 с.
2. Болсуновский М.А. Уровни обработки данных ДЗЗ сверхвысокого разрешения // Геоматика 2009. - №2. - С.20-23.

3. Аш Е.В. Возможности космической стереосъемки в России // Геопрофи. – 2007. - №3. – С. 26-26.
4. Matthew Faganand, Ruth De Fries. Measurement and Monitoring of the World's Forests. A Review and Summary of Remote Sensing Technical Capability, 2009–2015. – 2009. 592 p.

© *В.И. Березин, Д.М. Черниковский, 2013*

УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСАМИ

Петр Александрович Коковин

Уральский государственный лесотехнический университет, 620100, Россия, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, д. 37., доцент кафедры «Землеустройства и кадастров», тел. 7 9122448497. e-mail: kpa57@mail.ru

Юрий Владимирович Лебедев

Уральский государственный лесотехнический университет, 620100, Россия, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, д. 37., заведующий кафедрой «Землеустройства и кадастров», тел. 83432629777

В статье рассмотрены теоретические основы устойчивого управления лесами в рамках биотической концепции взаимодействия человека и природы в локальных и глобальных масштабах.

Ключевые слова: устойчивое управление лесами, биотическая регуляция окружающей среды, критерии и индикаторы.

SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT

Petr A. Kokovin

Ural State University of forestry and wood technology, 620100, Russia, Ekaterinburg, sibirskiy Trakt str., d. 37., associate professor at the Department of land administration and cadastre, tel. 7 9122448497, e-mail: kpa57@mail.ru

Yuri V. Lebedev

Ural State University of forestry and wood technology, 620100, Russia, Ekaterinburg, sibirskiy Trakt str., 37, head of the Department of land administration and cadastre "", tel. 83432629777

The article discusses the theoretical foundations of sustainable forest management within the biotic interaction concept of man and nature in a local and global scale.

Key words: sustainable forest management, biotic regulation environment, criteria and indicators.

В рамках исполнения своих международных обязательств устойчивого развития Российской Федерации, решений конференции ООН по окружающей среде и развитию в части устойчивого управления лесами, необходимо дальнейшее совершенствование концепции развития лесного хозяйства, основанное на современной теоретической научной базе [1]. Устойчивое управление лесами нельзя рассматривать в отрыве от общей концепции взаимодействия человека и природы в локальных и глобальных масштабах. Два существующих противоположных воззрения на виды естественной биоты Земли формируют две противоположные теоретические концепции.

Первая традиционная (назовем, ее концепция адаптации) – окружающая среда оказывается пригодной для жизни в силу уникальных физических усло-

вий на земной поверхности, определяемых исключительно удачным расположением Земли на околоземной орбите. Биота в данной концепции приспосабливается к любой окружающей среде. Главным свойством жизни считается способность к эволюции и непрерывной адаптации к меняющимся внешним условиям [2].

Вторая система взглядов принимает во внимание физическую неустойчивость земной окружающей среды и возможность ее быстрого перехода в устойчивое состояние типа Марса (Марс с его, оледеневшей и смерзшейся поверхностью и температурой близкой к -100°C) или Венеры (Венера, разогретая под действием парникового эффекта до $+400^{\circ}\text{C}$ с ее полностью испарившимися морями и океанами). Биота Земли рассматривается как единственный механизм поддержания пригодных для жизни условий окружающей среды в локальных и глобальных масштабах [3]. Именно два этих закономерных, но несовместимых с жизнью состояния и можно считать устойчивыми, то есть физически выделенными, причем не видно никаких внешних причин, которые помешали бы трансформации земных параметров в ту либо другую сторону.

По мнению авторов концепции биотической регуляции «Биотическая регуляция» это сложнейшая программа, информация о которой должна быть записана в геномах видов естественного сообщества. Эта программа направлена на поддержание сообществами конкретной, оптимальной окружающей среды. Информация о характеристиках этой среды так же должна быть записана в геномах видов. Если под воздействием случайных изменений внешних условий виды будут менять свою генетическую программу, то оптимальной для них может стать другая, новая окружающая среда, что составляет сущность адаптации. Однако случайные изменения генома, связанные с адаптацией, не могут, привести к появлению новой осмысленной программы, которая бы поддерживала в устойчивом состоянии новую окружающую среду. Если же биота регулирует окружающую среду, то никаких неконтролируемых изменений среды произойти не может, и потребности в адаптации не возникает. Таким образом, адаптация исключает биотическую регуляцию, и наоборот.[2]. Сравнивая две эти концепции, мы согласны с авторами работы [2] о том, что концепция адаптации не объясняет два важнейших эмпирических факта:

1. Почему, несмотря на быстрые изменения окружающей среды, особенно происходящие под воздействием самой биоты, условия окружающей среды не выходят за пределы возможности существования жизни;

2. Почему, несмотря на непрерывную адаптацию, все виды сохраняют строгую дискретность и не наблюдается переходных форм ни между современными, одновременно существующими в биосфере, видами, ни видами, наблюдаемыми по палеоданным [2].

К сожалению, человек изменяет биосферу быстрее, чем ее понимает. По нашему мнению научный прорыв был осуществлен усилиями петербургского биофизика В.Г.Горшкова вместе с группой его учеников и единомышленников, а разработанная им теория получила название теории биотической регуляции окружающей среды

Таким образом, теоретическая научная база устойчивого управления лесами складывается из следующих положений:

1. Теория биотической регуляции окружающей среды;
2. Определение приоритетов устойчивого управления;
3. Экологическая оценка состояния лесов;
4. Определение научно обоснованного коридора изменения основных параметров лесных экосистем в рамках общей концепции биотической системы регуляции окружающей среды
5. Многокритериальная оптимизация многоцелевого природопользования в установленном коридоре.

Целевая функция многоцелевой оптимизации должна учитывать конфликт интересов основных составляющих системы:

1. Экологическую;
2. Экономическую;
3. Социальную.

Для практического управления лесами пользуются нормативными документами Федеральной службы лесного хозяйства России, в которых определены критерии и индикаторы устойчивого управления.[1]. Нами предложен дополнительный принцип сохранения и восстановления средоформирующих функций лесов.

Таким образом, базовыми положениями устойчивого управления лесами приняты следующие принципы:

1. Принцип неистощимости и непрерывности лесопользования;
2. Устойчивого управления лесами и сохранение биологического разнообразия лесных экосистем;
3. Принцип сохранения и восстановления средоформирующих функций лесов;
4. Повышение экологического и ресурсного потенциала лесов;
5. Удовлетворение потребностей общества в лесных ресурсах на основе научно обоснованного, многоцелевого лесопользования;

Реализация этих принципов базируется на основе критериев и индикаторов.

Под критериями понимается стратегические направления практической деятельности для осуществления принятых принципов. Критерии сохранения и устойчивого управления лесами реализуются на уровне практического ведения лесного хозяйства и могут контролироваться соответствующими индикаторами устойчивого управления. Под индикаторами понимаются количественные и описательные характеристики критериев устойчивого управления лесами. Совокупность индикаторов позволяет оценить направление изменений в управлении лесами, соответствующих конкретному критерию. Последовательное отслеживание индикаторов с течением времени показывает тенденции в изменении стратегического направления [1].

Нами рекомендованы следующие критерии, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Критерии и индикаторы устойчивого управления лесами

П./ №	Критерии	Индикаторы	Ревизионный период, лет
1	Поддержка и сохранение средоформирующих функций леса и их продуктивной способности.	Изменение доли площади эксплуатационных лесов относительно общей площади лесных земель	5
		Изменение доли площади лесов, возможных для эксплуатации, относительно площади покрытых лесом земель	5
		Изменение площади доступных для освоения эксплуатационных лесов относительно общей площади лесов, возможных для эксплуатации.	5
		Отношение допустимого (расчетного) и фактического вырубаемого объема древесины, в том числе по хвойному хозяйству в эксплуатационных лесах	5
		Отношение рекомендованного и фактически вырубаемого объема древесины по промежуточному пользованию и прочим рубкам в эксплуатационных лесах.	5
		Изменение доли площади покрытых лесом лесных земель	5
		Баланс среднего прироста и общего объема вырубаемой древесины	5 или 10
		Запасы и объемы использования недревесной продукции леса, включая дикорастущие лекарственные растения, плодовую продукцию, грибы, мед, техническое сырье и дичь	1
2	Поддержка приемлемого санитарного состояния и жизнеспособности лесов	Общая площадь лесов, усыхающих под воздействием неблагоприятных факторов: а) от пожаров; б) от насекомых; в) от промышленных выбросов; г) от прочих факторов.	1
		Площадь лесов загрязненных радионукли-	1

		дами	
		Общее количество оцениваемых воздушных поллютантов (загрязнителей) или их количество, приходящееся на единицу площади лесных земель	5
		Площадь лесов, характеризующихся серьезной дефолиацией, оцениваемой по методике ЕЭК ООН	5
3	Содержание и поддержание защитных функций лесов	Доля лесной площади, используемой для защиты почв	5
		Доля лесной площади, используемой для водоохранных целей	
		Доля лесной площади, используемой для других защитных функций: притундровые, субальпийские леса.	5
		Доля лесной площади, используемой преимущественно в санитарно-гигиенических и оздоровительных целях	5
4	Сохранение и поддержание биологического разнообразия лесов и их вклада в глобальный углеродный баланс	Доля площади покрытых лесом земель, занимаемая лесами хвойных, твердолиственных и мягколиственных пород	5
		Площадь лесов по основным лесообразующим породам и классам возраста	5
		Доля площади покрытых лесом земель, под спелыми и перестойными лесами	5
		Площадь лесов особо охраняемых природных территорий: а) государственных природных заповедников; б) Национальных парков; в) Заповедных лесных участков.	5
		Количество видов растений и животных, в своем распространении связанных с лесом и находящихся под угрозой исчезновения	5
		Площадь лесных территорий, предназначенных для сохранения или поддержания генетического разнообразия лесов	5
		Общее накопление углерода в лесных насаждениях и, если необходимо, по основным лесообразующим породам	5
5	Поддержание социальных	Доля лесного сектора экономики в валовом национальном продукте	5

	но - экономиче- ских функ- ций леса	Объем вывозки деловой древесины	1
		Отношение объемов переработки деловой древесины в пределах региона заготовки к объему ее вывозки за пределы региона заготовок.	1
		Размер инвестиций, вкладываемых в лесное хозяйство, включая выращивание лесов, их охрану и защиту, обработку древесины, рекреацию и туризм	1
		Доля площади лесного фонда, на которой осуществляется какие-либо виды лесопользования, предусмотренные лесным законодательством	5
		Занятость в лесном секторе, включая занятость в сельской местности и в местах компактного проживания малых народностей	1
		Доля затрат расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, проектные разработки и подготовку специалистов лесного хозяйства от общего объема финансирования лесного хозяйства	1
6	Инструменты лесной политики для сохранения устойчивого управления лесами	Правовые механизмы, включая законы и подзаконные акты, нормативы, предписания другие документы, содействующие сохранению и устойчивому управлению	нет
		Организационные механизмы, включая разработку и пересмотр лесной политики, и обеспечение общества доступной информацией по лесным вопросам.	нет
		Координационные механизмы деятельности различных организаций, предприятий и научных обществ, связанных с лесами	нет
		Международные механизмы сотрудничества и кооперации по различным вопросам устойчивого управления лесами	нет
		Экономические и финансовые механизмы устойчивого управления лесным хозяйством, включая политику в области инвестиций и налогообложения, направленную на обеспечение долговременного пользования всеми лесными ресурсами	нет

Главным приоритетом и целью устойчивого управления должно стать сохранение средоформирующих функций лесов, как основы существования жизни на земле.

Для достижения поставленных целей необходимо решение следующих задач:

1. развитие экологического образования и формирование экологической культуры населения, формирование осознанной общественной обязанности соблюдать требования по обеспечению экологической безопасности
2. обеспечение безопасного состояния окружающей среды как неотъемлемого условия жизни, здоровья и благополучия нынешнего и будущего поколений;
3. создание условий (предпосылок) для формирования экологически ориентированной модели развития экономики, в том числе экологически конкурентоспособных производств.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ПРИКАЗ от 5 февраля 1998 г. N 21. Об утверждении критериев и индикаторов устойчивого управления лесами Российской Федерации.
2. Горшков В.В., Горшков В.Г., Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С., Макарьева А.М. Биотическая регуляция окружающей среды. Экология, 1999, №2 с.105-113.
3. Горшков В.Г. Физические и биотические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ. 1995. 470с.
4. Макарьева А.М., Горшков В.Г. Парниковый эффект и проблема устойчивости среднеглобальной температуры земной поверхности. Геофизика Доклады академии наук, 2001, том 376, №6, с. 810-814.
5. Горшков В.Г., Макарьева А.М. (2006) Биотический насос атмосферной влаги как движущая сила круговорота воды на суше. Hydrology and Earth System Sciences Discussions, 3, 2621-2673. [на англ. яз.]
6. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. М.: Мысль, 1974. 375 с.
7. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. М.: ВИНТИ, 1995. 470 с.

© П.А. Коковин, Ю.В. Лебедев, 2013

К ОБОСНОВАНИЮ НЕОБХОДИМОГО ЧИСЛА ПОСТОЯННЫХ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЕЙ ПРИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЛЕСОВ С УЧЕТОМ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Владимир Александрович Куделя

Западно-Сибирский филиал ФГУП «Рослесинфорг», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1; руководитель Департамента государственной инвентаризации лесов, к. с.-х. н., тел. (383) 315-32-01, e-mail: zapsib@lesgis.ru

При проведении государственной инвентаризации лесов Сибири и Востока особую актуальность приобретает вопрос доступности территорий для закладки постоянных пробных площадей. Предлагаемый Методическими рекомендациями по проведению государственной инвентаризации лесов вариант закладки на недоступной территории фотопроб не позволяет совместную обработку их с постоянными пробными площадями, заложенными непосредственно в лесу. Анализу подвергнуты различные информационные модели по данным 381 ППП, заложенные в 2008 г. в лесном фонде Советского лесничества, с различной степенью охвата территории объекта ГИЛ (20-100%). По данным анализа для определения среднего запаса на 1 га на объекте ГИЛ с точностью 10% и уровне значимости 0,05 необходимо заложить 169 ППП, размещенных на 40% доступной территории.

Ключевые слова: государственная инвентаризация лесов, постоянные пробные площади.

NECESSITY OF CONSTANT TESTING SITES FOR STATE FOREST INVENTORY, TAKING INTO ACCOUNT HARD-TO-REACH TERRITORIES

Vladimir A. Kudelya

Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Roslesinfor» «Zapsiblesproject», 630048, Russia, Novosibirsk, 137/1 Nemirovich-Danchenko st., Ph.D., Head of the Department of State Forest Inventory, tel. (383) 315-32-01, e-mail: zapsib@lesgis.ru

In process of the state inventory of forests in Siberia and Far East it is very important to have accessible territories for laying out constant testing sites. The operating instructions on the state forest inventory suggest conducting photoreconnaissance on the hard-to-reach territories. That prevents from monitoring them simultaneously, with constant testing sites laid out in the forest. Different information models of 381 constant sites are analyzed. They were laid out in the forests of Sovetsky forestry in 2008 with different degree of territories coverage (20 – 100 %). According to the analysis it is necessary to lay out 169 constant testing sites on the 40% of the accessible territory.

Key words: state inventory of forests, constant testing sites.

С принятием в 2006 г. Лесного кодекса приоритетным направлением в области получения оперативной информации о лесах, своевременного выявления и прогнозирования развития процессов, оказывающих негативное воздействие на леса, их количественных и качественных характеристик впервые на законодательном уровне (ст. 90 Лесного кодекса) стало решение проводить государственную инвентаризацию лесов (далее – ГИЛ).

Государственная инвентаризация лесов – важнейший элемент национальной лесной политики. ГИЛ проводится в обязательном порядке в отношении лесов, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий независимо от принадлежности, прав владения, распоряжения и пользования лесами. Это долгосрочная программа, направленная на получение статистически обоснованной информации о состоянии и развитии лесов России, для информационного обеспечения управления в области использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, а также в области государственного лесного контроля и надзора.

Инвентаризация лесов – это процесс сбора данных путем выборочного измерения леса, рассматриваемого как генеральная совокупность, основные характеристики которой могут быть получены на основе выборок, количество которых определяется в зависимости от заданной точности.

Выборочное исследование обладает существенными преимуществами по сравнению с другими методами получения статистических данных. К ним относятся:

- достаточно высокая точность результатов обследования благодаря применению высокоточных приборов, что приводит к сокращению ошибок регистрации;
- экономия времени и средств в результате сокращения объема работы, большая оперативность в получении данных о результатах обследования;
- возможность исследования очень больших статистических совокупностей;
- возможность исследования полностью недоступных совокупностей.

Последнее преимущество выборочного отбора является наиболее актуальным при проведении государственной инвентаризации лесов в масштабах всей страны.

Поскольку при проведении ГИЛ принято случайное распределение сети постоянных пробных площадей (далее – ППП), не исключается попадание их на территорию, сложную к доступу в транспортном отношении, так называемую труднодоступную территорию по отношению к объекту работ (лесничество). В приложении 5 к Методическим рекомендациям по проведению государственной инвентаризации лесов, утвержденными Приказом Рослесхоза от 10.11.2011 г. № 472 [1], приводятся критерии к выделению труднодоступных территорий, одним из важнейших среди которых признается наличие дорожно-транспортной инфраструктуры. Таким образом, объект работы ГИЛ должен делиться на две части: доступную – с закладкой в полевой период пробных площадей и недоступную с закладкой фотопроб и проведением на них исследований и измерений. Однако, несмотря на современные технологии получения информации с фотопроб с использованием космоснимков самого высокого разрешения, получить все показатели, предусмотренные требованиями «Методики...» [1] невозможно, а именно наличие их – основное условие для совместной обработки фотопроб и проб, заложенных в лесу.

Отсюда следует, что закладку фотопроб необходимо исключить из технологий проведения ГИЛ, акцентировав внимание на исследования возможностей сокращения или полного непризнания наличия в объекте работ ГИЛ труднодоступных территорий.

Однако, в объектах ГИЛ Восточной Сибири и Дальнего Востока предполагается наличие труднодоступных территорий в размерах, не позволяющих реализовать подход, изложенный в пункте 2.6 [1], что «...если доступная для наземных работ территория характеризует все лесные страты, включая страты, расположенные на труднодоступной территории, то пробные площади закладываются в доступной части лесничества с последующим распространением результатов обработки данных пробных площадей на труднодоступную территорию», а значит не обойтись без дополнительного финансирования для использования специфичных видов транспорта (водный, выучный, наземный высокопроходимый, авиатранспорты и прочее).

Объектом исследования стал лесной фонд Советского лесничества Ханты-Мансийского автономного округа.

Лесной фонд лесничества расположен в Западно-Сибирском северо-таежном равнинном районе таежной зоны [2].

В прошлом это была сплошная таежная территория со свойственными ей эндо- и экзогенными процессами. Так было до прихода первых отрядов по освоению нефтегазопромыслового комплекса. Параллельно с ними шли и лесозаготовители. За 30-40 лет территория лесничества покрылась сетью дорог, некогда таежные массивы сменились вторичными лиственными молодняками, а освоение лесов продолжается.

В итоге леса, представленные основными таежными лесообразователями, характеризуются всем спектром возрастной структуры от молодняков до перестойных лесных участков. Производительность лесов – IV-V класс бонитета (среднепроизводительные), но встречаются лесные участки как высокопроизводительные (II-III класс бонитета) по поймам рек, так и низкопроизводительные (Va-Va класс бонитета) на обширных заболоченных территориях.

С целью охвата всего многообразия лесной растительности в лесах лесничества была заложена 381 ППП с использованием программно-измерительного комплекса ГИЛ.

При определении необходимого количества ППП исходили из изменчивости запаса и принятой точности его определения (10%). Предполагалось, что подобная точность должна обеспечить (по расчетным данным) 5%-ю точность определения запаса лесного района и 1%-ю точность в лесах всей страны.

Нами исследованы различные модели размещения ППП в вариантах 20, 40, 60, 80%% наличия доступной территории. Перечисленные зоны доступности выделялись вдоль магистральных и любых проезжих дорог шириной 7 км, согласно Приложению 5 к «Методическим рекомендациям...» [1]. При их недостаточном количестве учитывались судоходные (для маломерных судов) реки лесничества.

Результаты измерений на ППП в 5-и зонах доступности были обработаны программно-вычислительным комплексом с целью сравнения объема измеренных деревьев и запаса их на 1 га (таблица 1).

Таблица 1

Распределение числа ППП с учетом доступности территории в лесном фонде Советского лесничества (шт./ %)

Параметры	доступность территории				
	20%	40%	60%	80%	100%
Общая площадь, га	1097128				
Площадь по выборке, га	228467	431814	661919	873433	1097128
Общее количество проб	381				
Количество проб по выборке, шт./ %	116/30,4	180/47,2	269/70,6	342/89,6	381/100

На каждой ППП (при всех вариантах доступности территорий) вычислены средние величины, определены основные статистические параметры, характеризующие всю совокупность данных каждой пробной площади.

По результатам моделирования различных вариантов доступности территории Советского лесничества были получены статистические показатели основных характеристик пробных площадей в целом и отдельно по различным совокупностям (таблица 2).

Таблица 2

Основные статистические показатели изменчивости различных исследуемых величин по данным измерения на ППП

		100	80	60	40	20	
1	Объем деревьев на ППП	M	2,878	2,928	2,975	2,700	2,404
		m	0,190	0,200	0,222	0,243	0,274
		σ	3,708	3,691	3,635	3,253	2,946
		N	381	342	269	180	116
		P	6,60	6,82	7,45	8,98	11,38
2	Запас древесины на 1 га	M	109,870	112,397	113,323	109,310	103,308
		m	4,982	5,269	5,897	6,740	8,070
		σ	97,240	97,440	96,720	90,420	86,920
		N	381	342	269	180	116
		P	4,53	4,69	5,20	6,17	7,81

M – среднее значение; m – ошибка среднего; σ – стандартное отклонение; N – число ППП; P – точность опыта

Как показал статистический анализ данных по ППП, точность определения среднего объема деревьев для всех ППП существенно превысила заданный уровень (10 %), и составила 6,60% от среднего значения. Кроме того, даже при существенном сокращении выборки до 180 ППП для 40% доступности территории, точность определения не вышла за пределы требуемой (8,98%). Для среднего запаса древесины в пересчете на 1 га, точность оказалась еще выше: для всей совокупности – 4,53%, а для выборки при 20% доступности – 7,81%.

Учитывая большой объем наблюдений (количество ППП), определенные значения варьирования объемов и запасов можно считать свойственными для ППП лесного района. Исходя из этого варьирования, можно определить количество требуемых наблюдений для заданной точности средних значений и заданной точности предельной ошибки. В случае бесповторной выборки:

$$n = \frac{t^2 \sigma^2 N}{N \Delta^2 + t^2 \sigma^2},$$

где n – количество требуемых наблюдений (ППП);

t – значение критерия Стьюдента для принятой точности предельной ошибки и численности выборки;

σ – стандартное отклонение;

N – численность генеральной совокупности (381 ППП);

Δ – предельная ошибка.

Критерии Стьюдента принимались в соответствии с ближайшими табличными значениями [3]. Задаваемая точность средних принималась 10 и 5%, точность предельной ошибки принималась на уровне 0,90 и 0,95 (P), что соответствует уровню значимости 0,1 и 0,05.

Таблица 3

Количество пробных площадей при разной доступности и задаваемой точности определения основных показателей

Условия	Заданная точность, %	Статистика	Доступность территории				
			100	80	60	40	20
Объем деревьев на ППП							
Фактические значения		N	381	342	269	180	116
		P	6,6	6,82	7,45	8,98	11,38
P = 0,9 t = 1,6487	10	n				207	
	5	n		315			
P = 0,95 t = 1,9659	10	n			239		
	5	n		332			
Запас древесины на 1 га							
Фактические значения		N	381	342	269	180	116
		P	4,53	4,69	5,2	6,17	7,81
P = 0,9	10	n					137

$t = 1,6487$	5	n		263		
$P = 0,95$	10	n			169	
$t = 1,9659$	5	n		290		

Количество требуемых пробных площадей, полученное для разных условий точности, свидетельствует о возможности их существенного сокращения, особенно для уровня 10% точности (таблица 3). В особенности это относится к определению средних запасов по всей совокупности ППП. При этом может оказаться достаточным обследование 20-40% территории.

Регрессионный анализ зависимости количества пробных площадей от доли доступной территории позволил представить их достаточно точную функциональную зависимость (рисунок 1), которая хорошо описывается полиномом третьей степени, а полученные коэффициенты позволили ориентировочно определить необходимую долю обследуемой (доступной) территории.

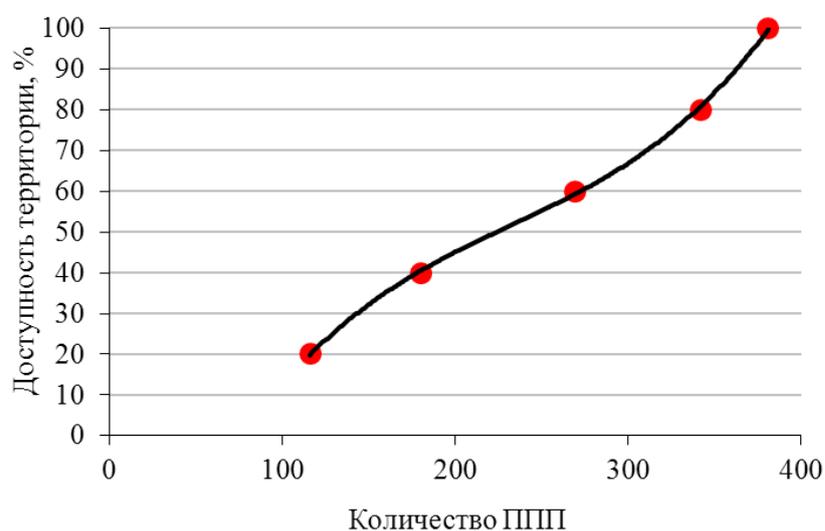


Рис. 1. Зависимость количества ППП и доли доступной территории

В частности, для заданного количества пробных площадей (таблица 3) необходимая территория обследования (доступная) варьирует в зависимости от требуемого количества пробных площадей (таблица 4).

Таблица 4

Необходимая доля доступной территории для обеспечения заданной точности

Условия	Заданная точность, %	Количество ППП	Доля доступной территории, %
$P = 0,9$	10	207	49,6
$t = 1,6487$	5	315	82,7
$P = 0,95$	10	239	57,8
$t =$	5	332	90,6

1,9659			
P = 0,9	10	137	28,7
t = 1,6487	5	263	64,4
P = 0,95	10	169	39,2
t = 1,9659	5	290	73,0

По результатам оценки влияния размещения постоянных пробных площадей с выделением доступных и труднодоступных территорий на основные результаты, получаемые при определении объемов и запасов лесов путем компьютерного моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Статистические характеристики древостоев на ППП, в частности значения варьирования объемов и запасов, получены на большом исходном материале, и могут использоваться при планировании ГИЛ на сходных территориях в пределах лесорастительного района;

2. Точность определения среднего объема деревьев для всех ППП существенно превысила заданный уровень. Кроме того, даже при существенном сокращении выборки точность определения не вышла за пределы требуемой.

3. Количество требуемых пробных площадей, полученное для разных условий точности, свидетельствует о возможности их существенного сокращения. Для определения среднего запаса на 1 га на объекте ГИЛ с точностью 10% и уровне значимости 0,05 необходимо заложить 169 ППП, размещенных на 40% доступной территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 10.11.2011 г. № 472 «Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов». Электронный ресурс: <http://base.garant.ru/70146336/>.

2. Приказ Федерального агентства лесного хозяйства от 09.03.2011 г. № 61 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/leshoz/109>

3. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.

© В.А. Куделя, 2013

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ ЛЕСНОГО ФОНДА, НАРУШЕННЫХ ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ, НА ТЕРРИТОРИИ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Евгений Владимирович Гнат

Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1, к.т.н., ведущий инженер отдела проектных работ департамента земельных отношений, тел. (383) 314-49-89, e-mail: smail@mail.ru

В статье дан обзор нарушенных земель, возникающих при строительстве объектов нефтегазодобычи, рассмотрен процесс и особенности рекультивации нарушенных земель и предложена технологическая схема проведения рекультивационных мероприятий на различных нарушенных землях.

Ключевые слова: рекультивация, нарушенные земли, кустовые площадки, скважины, карьеры, торф, торфо-песчаная смесь.

RECUITIVATION OF FOREST RESOURCE LANDS DISTURBED BY OIL-AND-GAS COMPLEXES ON THE TERRITORY OF YAMAL-NENETS AUTONOMOUS AREA

Yevgeny V. Gnat

Lead engineer, Design Department, Land Relations Department, Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Roslesinforг» «Zapsiblesproject», 137/1 Nemirovich-Danchenko st., 630048 Novosibirsk, phone: (383) 314-49-89, e-mail: smail@mail.ru

The review of the lands disturbed by oil-and-gas projects is given. The process and features of disturbed land recultivation are considered. The technological scheme for recultivation is offered.

Key words: recultivation, disturbed lands, wells, opencast mine, peat, peat-sand mixture, multiple well platform.

Ямало-Ненецкий автономный округ является крупнейшим поставщиком нефти и газа на внутренний рынок России и на рынки Европы. Его минерально-сырьевой комплекс является главным и определяющим фактором экономического развития страны.

В недрах автономного округа сосредоточены, не имеющие аналогов ни в одном из районов мира, колоссальные запасы углеводородного сырья. Ресурсный потенциал округа оценивается в 125,2 трлн. м³ по газу, 6,9 млрд. т по газовому конденсату и 16,2 млрд. т. по нефти. При этом еще недостаточно изучены ресурсы углеводородов на глубинах более 3 км.

По состоянию на 2011 г., площадь более 130 месторождений - 3 068,4 тыс. га. Площадь лицензионных участков (перспектива освоения) составляет 16 449,0 тыс. га [1].

По данным, приведенным в докладе Правительства Ямало-Ненецкого автономного округа [2] общая площадь нарушенных земель на территории округа составляет 119,1 тыс. га, в том числе - земли лесного фонда – 36,3 тыс. га. Со-

гласно официальным данным доля нарушенных земель от общей площади территории Ямало-Ненецкого автономного округа составляет 0,15 %, для сравнения в целом по Российской Федерации этот показатель равен 0,05 % [1].

Добыча нефти или газа осуществляется промысловыми скважинами, иногда одиночными, оборудованными на месте разведочного бурения, а чаще сгруппированными по 10-15, с целью охватить как можно большую площадь промышленной залежи из одной точки. Такие группы скважин называются кустами, а площадки, на которых они оборудуются, - кустовыми.

Кустовые площадки имеют отсыпанные песком или супесью на 1,5-2,0 м возвышенные и обвалованные основания, реже – это просто расчищенные и обвалованные участки. На кустовых площадках монтируется манифольд – система труб и насосов для сбора и перекачки добываемой нефти в пункты ее обработки, электрическое и другое оборудование, необходимое для обслуживания и функционирования скважин, шламовые амбары – земляные емкости для сбора отработанного бурового раствора и бурового шлама.

Добываемая нефть представляет собой смесь с водой и газом, которые отделяются на центральных пунктах сбора и обработки нефти (ЦПС), куда она поступает с кустовых площадок по сети нефтепроводов. Отделяемый газ, часто сжигается в факелах. Отделяемая вода обычно закачивается в продуктивные пласты под слоем нефти для поддержания пластового давления, в этом случае оборудуется сеть водоводов, а на кустовых площадках строятся нагнетательные скважины.

Кроме перечисленных объектов, на месторождении имеется много вспомогательного оборудования, а также ремонтно-технические базы, вахтовые поселки, полигоны ТБО и др. Для постройки отсыпных объектов разрабатываются карьеры или открытым способом на суходолах, или гидронамывным способом, когда поднимаемый со дна грунт складывается в крупные штабеля. Все эти объекты, более или менее равномерно распределенные на месторождении, связаны между собой отсыпными дорогами с твердым или грунтовым покрытием, линиями электропередачи, связи, трубопроводами, проложенными чаще в общем коридоре коммуникаций.

Большую долю среди всех воздействий занимают химические загрязнения, связанные с разливами нефти, минерализованных пластовых вод при порывах трубопроводов [3, 4], распространении буровых растворов из шламовых амбаров с поверхностными и грунтовыми водами, атмосферных загрязнений, связанных с продуктами сгорания газа в факелах и в двигателях транспортных средств.

Солевое загрязнение связано с разливами пластовых вод, используемых для поддержания пластового давления, буровых и тампонажных растворов, применяемых при бурении и ремонте скважин. Их общая минерализация (40 г/л) более чем в 400 раз превышает фоновую, а концентрация ионов натрия и хлора в 10 000 раз выше, чем в болотных водах региона [4].

Солевое загрязнение более агрессивно и поражает растения значительно быстрее нефти. При высокой концентрации минерализованных вод отмирание

растений происходит в течение одного вегетационного периода. На месте разливов возникают техногенные солончаки, которые надолго остаются без растительности. Они в настоящее время не рекультивируются ввиду отсутствия эффективных технологий. Можно рекомендовать рыхление и создание гривного рельефа, где успешнее идет поселение растительности. Соли вместе с осадками будут скапливаться в межгривных понижениях и выноситься из мест разлива минерализованных вод.

Шламовые амбары – один из распространенных источников химического загрязнения на территории нефтегазового комплекса. Это технологическая конструкция, предназначенная для сбора отработанного бурового раствора, сточных вод, шлама в период проходки разведочных скважин на нефть и газ. Буровые и тампонажные растворы с общей минерализацией 1-2 г/л проникают в сопредельные экосистемы фильтрацией через обваловки шламовых амбаров или разливаясь при их разрушении. Загрязнители из шламовых амбаров на автоморфных поверхностях вместе с грунтом обваловки растекаются по ложбинам стока на довольно большие расстояния (до 2-3 км). На болотах грунт, как правило, концентрируется в непосредственной близости от кустовой площадки, а солевые растворы распространяются по поверхности с болотным стоком. При солевых загрязнениях происходит постепенная евтрофикация, увеличивается доля осок и пушицы, сокращается покрытие мхов, усиливаются процессы разложения торфа.

Судьба химических и нефтяных загрязнений в настоящее время до конца не ясна, хотя они и более всего изучены как в плане естественных реакций экосистем [5, 6], так и в плане их рекультивации [7, 8, 9, 10]. На сильно загрязненных почвах и сплошных разливах растительность полностью гибнет, длительное время не восстанавливаясь. Причиной этого помимо токсичного действия нефти и сопутствующих веществ является кислородное голодание. Большую опасность нефтяные загрязнения представляют в незамкнутых низинных болотах и озерах, расположенных в пойме рек и на надпойменных террасах.

Непосредственными агентами воздействия на месторождениях нефти и газа являются все технологические объекты, необходимые при разработке месторождений полезных ископаемых, геологическому изучению недр, строительству, реконструкции и эксплуатации линейных объектов: площадки кустового бурения, разведочные скважины, подъездные автодороги, трубопроводы, линии электропередачи, дожимные насосные станции, компрессорные станции, базы производственного обслуживания, вахтовые поселки, полигоны ТБО, карьеры. Все они требуют изъятия земель и связаны с полным разрушением экосистем на месте строительства. Наибольшую долю по площади занимают коридоры коммуникаций, образованные трубопроводами, дорогами, ЛЭП [4].

Нарушение земель при освоении территории вызывает необходимость их восстановления, рекультивации по истечении срока пользования. Работы по рекультивации земель лесного фонда, возлагаются на землепользователей, а контроль и прием рекультивированных земель, при возврате проводится работниками лесного хозяйства.

Объемы рекультивации земель в целом по округу составляют 4-5 % от общей площади нарушенных.

В соответствии с основными положениями [11, 12] и ГОСТ [13] рекультивация выполняется арендатором в 2 этапа:

1 – технический - этап рекультивации земель, включающий их подготовку для дальнейшего использования по целевому назначению;

2 – биологический, этап рекультивации земель, включающий комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий по восстановлению плодородия нарушенных земель.

Комплекс работ по рекультивации земель является составной частью мероприятий по охране природы в целом и в частности по нейтрализации разрушительных воздействий промышленности на окружающий ландшафт, имеет большое социальное, экономическое и экологическое значение.

Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий, а также прилегающие земельные участки, полностью или частично утратившие продуктивность в результате отрицательного воздействия нарушенных земель.

К техническому этапу относят уборку мусора, металлолома, планировку, формирование откосов, нанесение торфо-песчаной смеси, создающих необходимые условия для дальнейшего использования рекультивированных земель по целевому назначению или для проведения мероприятий по восстановлению плодородия почвы (биологический этап).

После полного завершения технического этапа рекультивации должен осуществляться биологический этап.

Цели биологической рекультивации:

- предупреждение или ликвидация развития криогенных процессов;
- закрепление поверхностных песчаных грунтов и насыпей от ветровой и водной эрозии;
- восстановление плодородия поверхностного слоя почвы;
- восстановление природных ландшафтов.

Восстановление растительного покрова в ходе биологической рекультивации является завершающим этапом проведения противоэрозионных мероприятий на участках, нарушенных в результате техногенного воздействия.

Снятие плодородного слоя почвы на территории нарушенных земель Ямало-Ненецкого автономного округа не проектируется, так как при мощности плодородного слоя почвы менее 10 см, его снятие при проведении земляных работ не предусматривается [14].

Очевидно, что на территории, не обладающей запасами плодородной земли, при этом имеющей тысячи гектаров нарушенных земель, нет альтернативы торфу - как основы для приготовления питательных грунтов и органоминеральных смесей, для восстановления поверхностного почвенно-растительного слоя нарушенных земель. И это обстоятельство подтверждается развитием в последние годы рынка услуг, направленного на экологическое оздоровление территорий (озеленения населенных пунктов и промышленных объектов, рекультива-

ции земель и др.), требующего все большего количества торфяного сырья, используемого на эти цели.

Характерной особенностью торфа в естественном залегании является чрезвычайно высокая влажность. Торф, являясь идеальным природным сорбентом, способен удерживать 15-25 частей воды на единицу сухого вещества.

Заключение.

Воздействие объектов нефтегазодобывающего комплекса на наземные экосистемы отличается большим разнообразием форм и последствий. При освоении месторождений возникают новые формы рельефа, изменяется гидрологический режим и процессы лесо- и болотообразования. В связи с этим важной экологической проблемой на территории Ямало-Ненецкого автономного округа является инвентаризация нарушенных земель в разрезе типов нарушений в зависимости от источников воздействия. Кроме того, необходимо провести оценку состояния растительных сообществ на различных техногенно нарушенных участках с целью корректировки применяемых методов рекультивационных мероприятий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесной план Ямало-Ненецкого автономного округа. Новосибирск. ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект», 2008. –197 с.
2. О состоянии окружающей среды в Ямало-Ненцком автономном округе в 2010 году. – Доклад Правительства ЯНАО. – Салехард. – 2010. – 109с.
3. Седых В.Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс. М.: Экология, 1996. – Вып. 1. С. 20–31.
4. Васильев С.В. Воздействие нефтегазодобывающей промышленности на лесные и болотные экосистемы. Новосибирск, «Наука», Сибирское отделение, 1998. – 136 с.
5. Маковский В.И. Влияние нефтезагрязнений на растительный покров и торфяную залежь олиготрофных болот. //Растительность в условиях техногенных ландшафтов Урала. – Свердловск, 1989. – С. 96-102.
6. Опекунова М.Г., Арестова И.Ю., Щербаков В.М., Гапул А.Г. Загрязнение нефтепродуктами почв Тюменского Севера // Вестн. С. – Петербург. ун-та. Сер. 7. Геология. География. – 1996. – Вып. 3. – С. 87-90.
7. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. – М.: Наука, 1988. – 254 с.
8. Головлев В.В., Важенин В.А. Рекультивация почв Западной Сибири, засоленных минерализованными водами //Основные направления научно-исследовательских работ в нефтяной промышленности Западной Сибири. – Тюмень: СибНИИ нефтяной пром-сти, 1996. – С. 186-187.
9. О биологической рекультивации загрязненных лесных почв /Дядечко В.Н., Толстокорова Л.Е., Гашев С.Н. и др. // Почвоведение. – 1990. – № 9. – С.148-151.
10. Цуцаева В.В. Рекультивация почвенного покрова // Нефтяное хозяйство. – 1987. – № 7. – С. 55-56.
11. Приказ Минприроды РФ и Роскомзема от 22 декабря 1995 г. N 525/67 "Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы".
12. Постановление Правительства РФ от 23 февраля 1994 г. № 140 "О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы".

13. ГОСТ 17.5.3.04-83 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР. ОХРАНА ПРИРОДЫ. ЗЕМЛИ. Общие требования к рекультивации земель.
14. ГОСТ 17.4.3.02-85 «Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ».

© *Е.В. Гнат*, 2013

РАЗРАБОТКА И УТВЕРЖДЕНИЕ ВЕДОМСТВЕННЫХ ЦЕЛЕВЫХ ПРОГРАММ В СУБЪЕКТАХ РФ ПО ЛЕСОУСТРОЙСТВУ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ

Сергей Васильевич Шимов

Западно-Сибирский филиал ФГУП «Рослесинфорг», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1, первый заместитель директора – главный инженер, тел. (383) 314-55-17, e-mail: chimovsv@mail.ru

Анастасия Александровна Боcharова

Западно-Сибирский филиал ФГУП «Рослесинфорг», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1, помощник директора, тел. (383) 314-28-08, e-mail: b-anetsan@yandex.ru

В статье описывается алгоритм разработки ведомственной целевой программы субъекта РФ, которая является основным механизмом финансирования лесоустроительных работ (таксации) в современных условиях.

Ключевые слова: целевые программы, лесоустройство, таксация, эффективное лесоправление, рациональное использование лесов.

DEVELOPMENT AND CONFIRMATION OF DEPARTMENTAL FORESTRY TARGET PROGRAMS IN R.F. SUBJECTS AS A MECHANISM FOR EFFICIENT RESOURCE MANAGEMENT

Sergey V. Shimov

Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Roslesinforг» «Zapsiblesproject», 630048, Russia, Novosibirsk, 137/1 Nemirovich-Danchenko st., first vice director, main engineer, tel. (383) 314-55-17, e-mail: chimovsv@mail.ru

Anastasiya A. Bocharova

Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Roslesinforг» «Zapsiblesproject», 630048, Russia, Novosibirsk, 137/1 Nemirovich-Danchenko st., assistant director, tel. (383) 314-28-08

The algorithm for departmental target program of R.F. subject development is described. This is to be used as a basic mechanism for financing forest management works (inventory) under current conditions.

Key words: target programs, forestry, inventory, efficient forest management, rational forest management.

В настоящее время без актуальной информации о состоянии земель лесного фонда и произрастающих на них лесов невозможно рациональное финансирование лесного и сопряженные с ним секторы экономики с целью сбалансированного регионального развития. Значительный вклад в решение этой задачи вносят работы по подготовке лесных планов субъектов РФ, лесохозяйственных регламентов лесничеств, проектов освоения лесов и по выбору приоритетных инвестиционных проектов. Информационную основу лесного планирования,

использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов обеспечивают материалы лесоустройства.

При этом значительные требования предъявляются к качеству материалов по учету, оценке и таксации лесов. Надо признать, что за последние 15-20 лет отечественное лесоустройство утратило свой производственный и кадровый потенциал [1, 2]. В настоящее время около 50 % лесов имеют давность лесоустройства более 10 лет. Исключением является лесной фонд некоторых субъектов Российской Федерации (далее – РФ), входящих в зону ответственности филиала ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект». Ситуация ухудшилась из-за прекращения в 2007 г. проведения плановых лесоустроительных работ за счет средств федерального бюджета. Их отсутствие не позволяет актуализировать таксационные и картографические базы данных предыдущего лесоустройства, крайне необходимые для организации эффективного управления лесами.

Основные полномочия по управлению лесными ресурсами [3] делегированы органам государственной власти субъектов РФ в области лесных отношений, а именно:

- разработка и утверждение лесных планов, лесохозяйственных регламентов, проведение государственной экспертизы проектов освоения лесов;
- предоставление в пределах земель лесного фонда лесных участков в постоянное (бессрочное) пользование, аренду, безвозмездное срочное пользование, а также заключение договоров купли-продажи лесных насаждений, в том числе организация и проведение соответствующих аукционов;
- выдача разрешений на выполнение работ по геологическому изучению недр на землях лесного фонда;
- организация использования лесов, их охраны (в том числе осуществления мер пожарной безопасности), защиты (за исключением лесопатологического мониторинга), воспроизводства (за исключением лесного семеноводства) на землях лесного фонда и обеспечение охраны, защиты, воспроизводства лесов (в том числе создание и эксплуатация лесных дорог, предназначенных для охраны, защиты и воспроизводства лесов) на указанных землях;
- ведение государственного лесного реестра (далее – ГЛР) в отношении лесов, расположенных в границах территории субъекта РФ;
- осуществление на землях лесного фонда государственного лесного контроля и надзора, государственного пожарного надзора в лесах;
- установление перечня должностных лиц, осуществляющих государственный лесной контроль и надзор.

Однако экономически эффективное, социально ответственное и экологически оправданное использование лесов может быть обеспечено только путем поэтапного освоения лесов с расстановкой приоритетных задач каждого региона в отдельности. Без актуальной и достоверной информации о лесах и лесных ресурсах реализовать это весьма проблематично.

В существующем правовом поле оптимальным вариантом обеспечения исполнительных органов государственной власти субъектов РФ указанной ин-

формацией является проведение лесоустроительных работ в рамках ведомственных целевых программ, содержащих объемные и финансовые показатели. Их разработка и утверждение предполагает детальный анализ имеющихся сведений о лесном фонде субъекта РФ, проводимых мероприятий на землях лесного фонда (лесоустройство, государственный кадастровый учет, мониторинг пожарной опасности в лесах, лесопатологический мониторинг, мониторинг использования земель и т.д.), обоснование целесообразности и необходимости осуществления планируемых работ, оценку ожидаемой эффективности и результативности решения проблемы. С учетом этого прорабатываются цели, задачи, целевые индикаторы и показатели, программные мероприятия, ожидаемые конечные результаты реализации программы и т.д. В таблице 1 приведены основные компоненты паспорта ведомственной целевой программы.

Таблица 1

Основные компоненты паспорта ведомственной целевой программы

№ п/п	Наименование компонента	Содержание компонента
1	Цели программы	обеспечение исполнительных органов государственной власти субъекта РФ достоверной информацией о лесах и лесных ресурсах
		разработка эффективной системы мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов, направленной на их рациональное и неистощительное использование
2	Основные задачи	определение количественных и качественных характеристик лесных насаждений
		определение обоснованных объемов мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов
		создание информационной базы данных по лесам, обеспечивающей ведение ГЛР, осуществление всех видов лесного мониторинга, формирование лесных участков для передачи их в аренду
		выявление на местности лесных участков всех видов использования лесов независимо от юридического оформления права пользования
		создание тематических лесных карт на земли лесного фонда, отражающие таксационные характеристики покрытых и не покрытых лесом земель, нелесных земель, проектируемые мероприятия по охране, защите и воспроизводству лесов
3	Целевые индикаторы и показатели	обеспеченность материалами таксации лесов
		обеспеченность картографической документацией
		обеспеченность лесоводственно необходимыми и эко-

		номически обоснованными объемами мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов
4	Характеристика программных мероприятий	таксация лесов и проектирование мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов на территории лесничеств
		составление таксационных описаний, ведомостей проектируемых мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов в пределах участковых лесничеств
		составление картографических материалов (лесных карт) в пределах участковых лесничеств и обзорной карты-схемы каждого лесничества
		создание совмещенных информационных и картографических баз данных на основе современных ГИС-технологий
		установка в каждом лесничестве и участковом лесничестве автоматизированного рабочего места, предусматривающего использование современных лесных геоинформационных систем, включая обучение специалистов
		внесение изменений в лесной план субъекта РФ и в лесохозяйственные регламенты лесничеств на основе актуализированной информации о количественных и качественных характеристиках лесов и запроектированных мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов
5	Сроки реализации программы	3 года
6	Объем финансирования	рассчитывается на конкретный объект в субъекте РФ
7	Ожидаемые конечные результаты реализации	таксационные описания всех выделов
		формы ГЛР (агрегируемые из таксационных описаний)
		пояснительные записки к материалам лесоустройства
		лесной план субъекта РФ
		лесохозяйственные регламенты лесничеств
		электронная повыведельная база данных лесного фонда субъекта РФ в разрезе лесничеств
		совмещенная таксационно-картографическая база данных в разрезе лесничеств
		планшеты лесоустроительные
		планы лесонасаждений
карты-схемы		

Описанный подход дает возможность не только реализовать предусмотренные программой работы в лесном фонде, но и систематизировать последовательность их выполнения для завершения государственного контракта в срок.

Ведомственная целевая программа позволяет комплексно подойти к выполнению лесоустроительных работ в лесном фонде, обеспечив органы государственной власти субъектов РФ в области лесных отношений актуальной электронной информацией о лесах и автоматизировав их деятельность с применением современных лесных геоинформационных систем. Следует отметить, что главнейшим преимуществом наличия работоспособного адаптированного к задачам отрасли программного обеспечения и совмещенных баз данных является возможность ведения ГЛР, производить из него выписки, своевременно представлять требуемую информацию в Федеральное агентство лесного хозяйства (далее – Рослесхоз) и получать аналитические формы. Это с минимальными трудозатратами позволяет интегрировать систему ведения ГЛР субъекта РФ в общероссийскую систему. А наличие материалов лесоустройства в электронном виде позволяет получать актуальную и достоверную информацию о качественных и количественных характеристиках насаждений, вести архив движения земель лесного фонда по категориям земель и категориям защитных лесов, с помощью региональных моделей актуализировать запас насаждений на естественный прирост и т.п.

Следует отметить, что описанная информатизация лесного хозяйства имеет большое значение и для развития субъектов РФ: способствует оптимизации арендных отношений, экономической целесообразности использования земель лесного фонда, контролю за лесными ресурсами. Проведение лесоустроительных работ позволяет с соблюдением требований современного законодательства субъектам решить ряд проблем, а именно:

- актуализировать информацию о лесах и лесных ресурсах, необходимую для планирования мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов, для проектирования лесных участков под различные виды использования лесов, что напрямую влияет на доходность лесопользования;

- обновлять сведения ГЛР, корректировать его отдельные формы;

- приводить материалы лесоустройства в соответствии с данными государственного кадастрового учета;

- выделять леса в установленных водоохраных зонах вдоль водных объектов в соответствии с Водным кодексом РФ;

- осуществлять анализ наличия зеленых и лесопарковых зон вокруг населенных пунктов, соответствия их площади численности проживающего населения;

- производить оценку лесных ресурсов для целей планирования и размещения предприятий для заготовки и переработки древесины и т.д.

В качестве примера осуществления указанной программы можно привести Ямало-Ненецкий автономный округ (далее – ЯНАО). Для повышения доходности округа за счёт земель лесного фонда, сохранения их ресурсного потенциала

с 2011 года на территории государственного лесного фонда округа филиалом ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект» выполняются лесоустроительные работы. Проводимые мероприятия осуществляются в рамках целевой программы «Проведение лесоустроительных работ в лесном фонде Ямало-Ненецкого автономного округа на 2011–2013 годы» на основании долгосрочного государственного контракта с Департаментом природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса ЯНАО. Завершены работы по лесоустройству Красноселькупского и Ноябрьского лесничеств. В Надымском и Таркосалинском лесничествах ведутся подготовительные работы. В каждом лесничестве, охваченном лесоустройством, устанавливаются автоматизированные рабочие места, предусматривающие использование современных лесных геоинформационных систем. Указанная программа финансируется Департаментом природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса ЯНАО с привлечением бюджетных ассигнований аппарата Губернатора ЯНАО.

В случае наличия технических противоречий между разными нормативно-правовыми актами и техническими документами при разработке ведомственной целевой программы рекомендуется предусматривать приведение их в соответствие друг с другом. Данная процедура предшествует лесоустроительным работам и предполагает индивидуальный подход в каждом субъекте РФ. В этом случае с учетом фактического отсутствия ряда согласований и приказов Рослесхоза (МПР РФ) касательно лесов субъекта РФ проведение лесоустройства нецелесообразно без выполнения следующих работ:

- по изданию приказа Рослесхоза о границах лесничеств субъекта РФ (подготовка предложений в Рослесхоз (МПР РФ) и сопровождение получения приказа Рослесхоза (МПР РФ) в рекомендуемый срок: лесной фонд – 1,5 месяца, городские леса – 4 месяца);

- по изданию приказа Рослесхоза (МПР РФ) об отнесении лесов на территории субъекта РФ к ценным лесам, эксплуатационным лесам и установлении их границ (подготовка предложений в Рослесхоз (МПР РФ) и сопровождение получения приказа Рослесхоза (МПР РФ) – 4 месяца);

- по согласованию с Рослесхозом (МПР РФ) определения функциональных зон в лесопарковых зонах, площади лесопарковых зон, зеленых зон, установление и изменение границ лесопарковых зон, зеленых зон (в тех лесничествах, где это необходимо) (весь комплекс подготовительных работ, сопровождение получения согласования Рослесхоза (МПР РФ) и распорядительного акта субъекта РФ – 4 месяца);

- по изданию приказа Рослесхоза (МПР РФ) о выделении особо защитных участков лесов и установлении их границ (подготовка предложений в Рослесхоз (МПР РФ) и сопровождение получения приказа Рослесхоза (МПР РФ) – 5 месяцев);

- по проведению лесоустроительных работ (таксация лесов и проектирование мероприятий по охране, защите, воспроизводству лесов) с одновремен-

ным приведением границ лесничеств к границам административных районов и внесению соответствующих изменений в государственный лесной реестр – 18 месяцев);

– по внесению изменений в лесохозяйственные регламенты лесничеств (3 месяца) и лесной план субъекта РФ (4 месяца).

Все вышеуказанные работы рекомендуется планировать и реализовывать комплексно, на единой информационной основе и одним исполнителем (юридическим лицом).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Моисеев, Н. А. Состояние лесоустройства в России и возможные перспективы его возрождения / Н. А. Моисеев // Лесное хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 5-7.
2. Петров, А. П. Государственное управление лесами: кризис кадровой политики, пути выхода / А. П. Петров // Лесное хозяйство. – 2011. – № 6. – С. 10-13.
3. Лесной кодекс Российской Федерации федеральный закон от 04.12.2006 г. № 200 (ред. от 28.07.2012 г.) / информационно-правовое обеспечение «Гарант» [Электронный ресурс].

© С.В. Шимов, А.А. Бочарова, 2013

СОСТАВ ДРЕВОСТОЯ НА РАЗНОВРЕМЕННЫХ КАРТАХ XIX-XXI ВВ. (ТЕРРИТОРИЯ ПЯНТЕЖСКОЙ ЛЕСНОЙ ДАЧИ)

Екатерина Сергеевна Черепанова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614068, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15, к.г.н, доцент кафедры картографии и геоинформатики, тел. (342) 2396852, e-mail: ekatscher@gmail.com

Проведено изучение первых картографических материалов лесной тематики второй половины XIX века на территорию Чердынского уезда Пермский губернии. В результате исследования выявлены изменения состава древостоя.

Ключевые слова: лесистость региона, историческая география, картографические материалы.

COMPOSITION OF FORESTS IN THE CARTOGRAPHIC MATERIALS FROM DIFFERENT PERIODS (XIX-XXI)

Ekaterina S. Cherepanova

Perm State National Research University, 614068, Russia, Perm, 15 Bukireva, Ph.D. in Geography, department of cartography and geoinformatics, tel. (342) 2396852, e-mail: ekatscher@gmail.com

The article describes the first cartographic material forest theme territory of Perm krai. The study provided data on the change of tree species.

Key words: woodland area, historical geography, cartographic documents.

Леса Пермского Прикамья стали эксплуатироваться с XV-XVI вв. с целью обеспечения топливным сырьем двух отраслей промышленности: солеваренной (с XV-XVI вв.) и металлургической (с XVIII в.). В конце XIX в. спрос на лес увеличивается не только как на топливо, но и как на товарное сырье, поэтому возникает крайняя необходимость учета лесного фонда территории Пермского Прикамья.

Металлургическая промышленность, расцвет которой на Урале пришелся на XVIII в., нуждалась в большом количестве топлива [1]. Для удовлетворения нужд развития металлургии были специально выделены горнозаводские леса для заготовки древесины и получения древесного угля и дров. Металлургическая промышленность Прикамья была вторым крупным потребителем древесины в бассейне Верхней и Средней Камы.

В начале XVIII на Урале впервые создано горное управление сибирскими заводами, начальником которого назначен В.Н. Татищев. К тому времени по берегам основных рек, прилегающих к территории Чердынского и Соликамского уездов, лес уже был вырублен для нужд выварочного производства [2]. Однако Татищев издает документ, который запрещает рубить леса, особенно молодые; также в документе особо отмечается то, что запрещено рубить лес на расстоянии пятнадцати верст от завода. Кроме того, особо отмечается, что лес

рекомендовано рубить по «долям», на которые следовало разбивать леса вокруг заводов и уничтожать при рубке порубочные остатки. Также этот документ впервые запрещает рубить лес и на реках, а на уже вырубленных территориях следует организовывать посевы и посадки рощ, особенно вблизи рек.

Главным лесничим Пермского имения Строгановых на Урале в 1847 г. назначен А.Е. Теплоухов. На основе своих знаний, полученных сначала в «Школе земледелия, горных и лесных наук», организованной в Санкт-Петербурге Строгановыми, а затем в Тарандтской лесной академии в Германии, он приступил к созданию «правильного лесного хозяйства» - организации охраны лесов от пожаров, самовольных вырубок и расчисток земель под сельскохозяйственные угодья, к упорядочению лесопользования и проведению лесоустройства.

Серьезные трудности ожидали Теплоухова при проведении лесоустройства и организации лесного хозяйства в Пермском имении. Основной трудностью в инвентаризации лесного фонда и создании картографического материала являлось отсутствие геодезической основы. Ему пришлось выполнить работу по геодезической съемке разбросанных на огромной территории земель имения, используя при этом большое количество съемщиков не всегда высокой квалификации, обучая их в процессе выполнения работ. При регулировании лесопользования А.Е. Теплоухову приходилось учитывать сопротивление крестьян, веками считавших лес своей бесплатной кладовой. Но он, при поддержке Строгановых, преодолел все трудности и добился завершения лесоустройства на площади 500 тыс. десятин (545 тыс. га) и организации лесного хозяйства лучшего в то время в России (*).

В третьей главе своего труда [3] Теплоухов указывает, что «лесные чертежи должны быть четырех родов: основной, специальный, ситуационный и карта насаждений». «Карта насаждений представляет в уменьшенном виде всю лесную дачу, или отдельный участок, со всеми лесными насаждениями, угодьями, водами и прочими предметами, столь ясно и удовлетворительно обозначаемыми, чтобы имеющий ее в руках мог ознакомиться по ней с лесом заочно, не быв на самом месте. На карте насаждений показываются линиями, красками и знаками следующие предметы: межи..., состояние лесов и угодий в чужих дачах..., воды..., состояние почвы..., дороги..., крестьянские угодья..., состояние лесов, и именно: различие по породам, как чистых, так и смешанных насаждений, с показанием в последнем случае пропорции смешения пород; различие по возрастам; состояние густоты насаждений; различие по качеству или достоинству их; нахождение в лесу пустошей и обгорелых мест; обозначение словами, цифрами и буквами названий участков, делянок и даже всех отдельных насаждений...». Таким образом, на карты насаждений (рис. 1) [4] наносились типы лесов по хозяйствам: хвойные, сосновые и еловые, лиственные.

* Чернов Н.Н., д.с.-х.н., профессор Государственного Уральского лесотехнического университета (г. Екатеринбург): из предисловия к репринтному изданию [3].

Отображались также вырубки, пашни, перелог и сенокосы. Кроме того, картографированию подлежала степень увлажненности участка леса: сырой, сухой или болотистый. Например, характеризуется участок Пятежской лесной дачи, который включает в себя 1940,43 га, из них нелесных площадей 149,9 га (8%). Наибольшую площадь занимают лиственные леса (46%), далее идут еловые и сосновые (27,7 и 18,1% соответственно) [5]. Большинство картографических материалов лесной тематики XIX века в настоящее время хранятся в Пермском государственном архиве, в архиве Краеведческого музея г. Перми, в архиве Чердынского краеведческого музея.

Очевидно, что лиственные леса на данном участке являются производными лесами, объединяющими лесные насаждения, которыми сменяются леса коренного типа вследствие воздействия природных и антропогенных факторов. При этом изменяются состав, строение и продуктивность древостоев, лесорастительные условия и другие признаки коренных лесов. Коренными на данном участке являются таежные леса с преобладанием хвойных пород. Напрашивается вывод о том, что ранее, уже к 1865 г., леса на данном участке были сведены как минимум на 55% площади.



Рис. 1. Фрагмент «Плана лесонасаждений и легенды (изъяснения) на Пятежскую казенную отрезанную из №12 дачи села Пятега и проч. присоединенной к Урольской казенной лесной №196 даче. Съемка 1865 года» [4]

Анализ взаимоналоженных картографических слоев лесных угодий данной территории с карты 1865 г. и современного лесотаксационного описания [6, 7]

показывает, что в настоящее время на данном участке преобладающей по площади породой является спелая сосна и приспевающая ель. Лиственных лесов незначительно, в них преобладает береза. На большей части территории лес вырублен, так как данные земли в настоящее время относятся к районам интенсивных лесозаготовок. Площадей, занятых пашнями и сенокосами, практически не осталось, так как район не заселен.

Таким образом, XVII-XIX вв. в истории Прикамья были веками коренных изменений ландшафтов, их природных и антропогенных преобразований, что не могло не сказаться на изменении других систем, в частности, пойменно-русловых комплексов, исследование которых заставило обратить взгляд на состояние лесных насаждений в исторический период освоения территории Пермского Прикамья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чазов Б.А. География лесов Молотовской области и их хозяйственное значение: дис. канд. геогр. наук. Молотов, 1952. 461 с.
2. Попов Н.С. Хозяйственное описание Пермской губернии. Часть 1 и 2. Санкт-Петербург, Императорская типография, 1811. Ч. 1 – 395 с., Ч. 2 – 317 с.
3. Теплоухов А.Е. Устройство лесов в помещичьих имениях. Руководство для управителей, лесничих и землемеров. – Санкт-Петербург, 1848. – 256 с., с прил. Репринтное издание, Пермь, 2005 г.
4. Фондовые материалы Пермского государственного краевого архива. Губернии Пермской, Уезда Чердынского, Лесничества Березовского. План лесонасаждений из Пянтежской отрезанной из №12 дачи села Пянтега и прочей присоединенной к Урольской казенной лесной №196 даче. Съемка 1865 года.
5. Назаров Н.Н. Черепанова Е.С. Пойменно-русловые комплексы Пермского Прикамья. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2012. – 158 с.: ил.
6. Фондовые материалы Центра геоинформационных систем ПГНИУ. Лесосырьевая база данных Пермского края, 2007-2008.
7. Фондовые материалы Центра геоинформационных систем ПГНИУ. «ГИС «Лесные ресурсы ОАО «Соликамскбумпром», 2008.

© Е.С. Черепанова, 2013

ОБЪЕКТЫ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В НИВЕЛИРНОЙ СЕТИ

Наталья Борисовна Лесных

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник СГГА, тел. (383)343 - 29 - 21.

Галина Ивановна Лесных

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной геодезии СГГА, тел. (383)344-36-60, e-mail: ssga221@mail.ru.

Владимир Евгеньевич Мизин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры геодезии СГГА, тел. (383)344-36-60, e-mail: ssga221@mail.ru.

Невязки, поправки, разности повторных измерений и разности уравненных высот в нивелирной сети рассматриваются как объекты статистического анализа.

Ключевые слова: анализ, разность, критерий, статистика, поправка, сеть.

THE OBJECTS OF STATISTICAL ANALYSIS ARE IN LEVELING NETWORK

Natalya B. Lesnykh

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., associate Prof., leading Researcher SSGA, tel. (383)343-29-21

Galina I. Lesnykh

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., associate Prof., department of applied geodesy and information systems SSGA, tel. (383)343-29-55, e-mail: ssga221@mail.ru.

Vladimir E. Mizin

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, senior lecturer, department of geodesy SSGA, tel. (383)344-36-60, e-mail: ssga221@mail.ru.

The divergences, amendments, differences of repetitive measurements and differences equalizing heights of leveling network are presented as objects of statistical analysis.

Key words: analysis, difference, criterion, statistics, amendment, network.

Установить закон распределения ошибок геодезических измерений позволяет статистический анализ простых линейных функций результатов измерений. Отдельные, независимые исследования закона распределения невязок, поправок, разностей превышений и отметок ранее выполнялись [1], [2]. Повторим подобные исследования для варианта общей принадлежности этих объектов модели обширной нивелирной сети с числом измерений $n = 60$ и числом

избыточных измерений $r = 28$. Оценим и сравним возможности различных объектов анализа в отношении правильного определения закона распределения и статистических свойств ошибок измерений.

Вероятностно – статистический анализ распределения выполнен в соответствии с алгоритмом, изложенном в работе [2]. Оценки параметров: \bar{M}_x – математического ожидания (среднее арифметическое), $\bar{\sigma}$ – среднего квадратического отклонения и оценки числовых характеристик: \bar{S} – асимметрии кривой распределения и \bar{E} – эксцесса вычислены без группирования данных. Проверяются свойства случайных ошибок для нормального закона распределения по вероятностям их попадания в заданные интервалы:

- 1) $p(|\Delta| < \bar{\sigma}) = 0,683$; $p(|\Delta| < 2 \bar{\sigma}) = 0,954$; $p(|\Delta| < 3 \bar{\sigma}) = 0,997$.
- 2) $p(\Delta > 0) = p(\Delta < 0) = 0,5$.
- 3) $p(\bar{\sigma} < |\Delta| \leq 2 \bar{\sigma}) = 0,271$; $p(2 \bar{\sigma} < |\Delta| \leq 3 \bar{\sigma}) = 0,043$.

Для проверки согласия используется критерий равенства вероятностей:

$$P(|k - np| < t\sigma) = \beta, \quad (1)$$

где k – число ошибок в заданном интервале, n – число измерений, p – теоретическая вероятность попадания ошибки в заданный интервал, $\sigma = \sqrt{npq}$, $q = 1 - p$; $\beta = \Phi(t)$ – доверительная вероятность. Если неравенство (1) выполняется, можно считать, что данное свойство имеет место.

Четвертое свойство: «среднее арифметическое случайных ошибок при возрастании числа наблюдений по вероятности стремится к нулю» проверяется критерием равенства средних. Статистика критерия

$$t_3 = \frac{|\bar{\Delta} - \bar{\Delta}_0|}{\bar{\sigma} / \sqrt{n}}, \quad (2)$$

где $\bar{\Delta} = [\Delta] / n$ – среднее арифметическое случайных ошибок, $\bar{\Delta}_0 = M_{\Delta} = 0$ – теоретическое среднее, равное математическому ожиданию случайной ошибки измерения.

Для проверки соответствия эмпирического и нормального законов распределения используется также критерий Пирсона χ^2 . По группированным данным, определяются эмпирические \bar{n}_i и теоретические n_i частоты, вычисляется статистика критерия:

$$\chi_3^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(\bar{n}_i - n_i)^2}{n_i} \quad (3)$$

Если вероятность достигнутого уровня значимости $P(t > t_{\alpha})$ или $P(\chi^2 > \chi_{\alpha}^2)$ мала, гипотезу о нормальном распределении следует отклонить.

Исследование по каждому объекту включает три варианта:

1. Случайные, нормально распределенные ошибки измерений с математическим ожиданием $M_X = 0$ и средним квадратическим отклонением $\sigma = 1,0$ см.
2. Систематическая ошибка $\delta = 2,0$ см внесена в половину измерений.
3. Грубые ошибки внесены в три измерения: $\delta_{28} = \delta_{34} = \delta_{42} = 6$ см.

Результаты статистического анализа невязок представлены в табл. 1

Таблица 1

Статистический анализ невязок

Характеристики и критерии	Ошибки измерений			Допуски $3\bar{\sigma}_S$; $3\bar{\sigma}_E$; 3σ
	Случайные	Систематич.	Грубые	
\bar{M}_X ; $\bar{\sigma}$	- 0,20; 1,69	0,58; 2,69	- 0,42; 3,43	–
\bar{S} ; \bar{E}	- 0,61; - 0,18	1,33; 3,80	- 0,67; 1,79	1,27; 2,30
1) $ k - np $	0,12; 0,29; 0,08	3,88; 0,29; 0,92	3,88; 1,71; 0,92	7,4; 3,3; 0,87
2) $ k - np $	1,00	4,00	1,00	7,95
3) $ k - np $	0,41; 0,20	3,59; 1,20	5,59; 0,80	7,05; 3,21
4) t_{α}	0,64	1,14	0,64	–
$P(t > t_{\alpha})$	0,52	0,26	0,52	$\alpha = 0,02$
χ_{α}^2 ($r = 1$)	0,41	5,03	4,42	–
$P(\chi^2 > \chi_{\alpha}^2)$	0,52	0,025	0,036	$\alpha = 0,02$

1. Результаты статистического анализа подтверждают случайный характер невязок, вычисленных по случайным ошибкам измерений.

2. При наличии систематических ошибок оценка эксцесса превысила установленный допуск: $\bar{E} > 3\bar{\sigma}_E$ ($3,80 > 2,30$), не выполняется первое свойство случайных ошибок: $|k - np| > 3\sigma$ ($0,92 > 0,87$). Одна ошибка превысила $3\bar{\sigma}$.

3. При наличии грубых ошибок также не выполняется первое свойство случайных ошибок: $|k - np| > 3\sigma$ ($0,92 > 0,87$) и одна ошибка превышает $3\bar{\sigma}$.

Результаты статистического анализа разностей повторных, отстоящих по времени измерений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Статистический анализ разностей повторных измерений

Характеристики	Ошибки измерений	Допуски
----------------	------------------	---------

и критерии	Случайные	Систематич.	Грубые	$3\bar{\sigma}_S; 3\bar{\sigma}_E;$ 3σ
$\bar{M}_x; \bar{\sigma}$	- 0,147; 1,26	- 1,143; 1,58	- 0,442; 1,91	–
$\bar{S}; \bar{E}$	0,54; - 0,21	0,145; - 0,49	- 1,37; 3,35	0,91; 1,73
1) $ k-np $	0,02; 1,24; 0,18	7,98; 2,24; 0,18	9,02; 0,24; 2,82	10,8; 4,9; 1,3
2) $ k-np $	7	17	7	11,6
3) $ k-np $	1,26; 1,42	5,74; 2,42	9,26; 2,58	10,3; 4,7
4) t_3	0,88	5,60	1,79	–
$P(t > t_3)$	0,38	$5,9 \cdot 10^{-7}$	0,079	$\alpha = 0,02$
$\chi_3^2 (r = 3)$	2,70	2,20	26,59	–
$P(\chi^2 > \chi_3^2)$	0,44	0,53	$7,2 \cdot 10^{-6}$	$\alpha = 0,02$

1. Разности, вычисленные по случайным ошибкам измерений, распределены нормально.

2. При наличии систематических ошибок не выполняется второе и четвертое свойства случайных ошибок измерений: $17 > 11,6$, вероятность

$P(t > t_3) = 5,9 \cdot 10^{-7}$ – мала.

3. При наличии грубых ошибок не допустимо значение оценки эксцесса:

$3,35 > 1,73$, мала вероятность $P(\chi^2 > \chi_3^2) = 7,2 \cdot 10^{-6}$ критерия Пирсона χ^2 .

Результаты статистического анализа поправок представлены в табл. 3.

Таблица 3

Статистический анализ поправок

Характеристики и критерии	Ошибки измерений			Допуски $3\bar{\sigma}_S; 3\bar{\sigma}_E;$ 3σ
	Случайные	Систематич.	Грубые	
$\bar{M}_x; \bar{\sigma}$	- 0,018; 0,57	- 0,69; 0,93	- 0,155; 1,22	–
$\bar{S}; \bar{E}$	0,072; - 0,44	- 0,35; - 0,22	- 0,67; 0,85	0,91; 1,73
1) $ k-np $	4,98; 0,76; 0,18	7,98; 3,24; 0,82	3,02; 1,24; 0,82	10,8; 4,9; 1,26
2) $ k-np $	2,0	15	0	11,6
3) $ k-np $	5,74; 0,58	4,74; 2,42	4,26; 0,42	10,3; 4,7
4) t_3	0,251	5,77	0,98	–

$P(t > t_3)$	0,803	$3,1 \cdot 10^{-7}$	0,33	$\alpha = 0,02$
$\chi_3^2 (r = 3)$	8,40	2,61	6,18	–
$P(\chi^2 > \chi_3^2)$	0,038	0,456	0,103	$\alpha = 0,02$

1. При случайном характере ошибок поправки распределены нормально.

2. При наличии систематических ошибок не выполняется второе и четвертое свойства случайных ошибок измерений: $15 > 11,6$, мала вероятность достижения уровня значимости критерия равенства средних: $P(t > t_3) = 3,1 \cdot 10^{-7}$.

3. При наличии грубых ошибок поправки распределены нормально. В значениях поправок МНК грубые ошибки измерений компенсировались. Установлена корреляционная связь ошибок и поправок: оценка коэффициента корреляции $\bar{r} = -0,68$, длина доверительного интервала $r_2 - r_1 = 0,43$, ($\beta = 0,997$), $|\bar{r}| > |r_2 - r_1|$. Корреляция ошибок и поправок не привела к совпадению их статистических свойств.

Т.о., невязки и разности повторных измерений могут быть использованы как объекты статистического анализа, характеризующие закон распределения ошибок измерений.

Поправки менее эффективны. Подтверждается вывод о том, что если поправки обладают случайными свойствами, в измерениях могут иметь место единичные, грубые ошибки, а обнаруженные при анализе поправок систематические влияния свидетельствуют о их наличии в результатах измерений [2].

Результаты статистического анализа разностей уравненных высот представлены в табл. 4.

Таблица 4

Статистический анализ разностей уравненных отметок

Характеристики и критерии	Ошибки измерений			Допуски $3\bar{\sigma}_S$; $3\bar{\sigma}_E$; 3σ
	Случайные	Систематич.	Грубые	
\bar{M}_x ; $\bar{\sigma}$	0,65; 0,73	- 0,50; 1,43	0,47; 1,38	–
\bar{S} ; \bar{E}	0,31; - 0,55	0,48; - 0,61	- 0,36; - 0,96	1,20; 2,20
1) $ k - np $	3,9; 2,5; 0,9	2,86; 0,53; 0,10	0,86; 1,47; 0,10	7,9; 3,6; 0,93
2) $ k - np $	8	5	4	8,49
3) $ k - np $	1,3; 1,6	2,33; 0,62	2,33; 1,38	7,5; 3,4
4) t_3	5,05	1,97	1,91	–
$P(t > t_3)$	$2 \cdot 10^{-5}$	0,058	0,065	$\alpha = 0,02$
$\chi_3^2 (r = 1)$	2,04	1,66	2,28	–
$P(\chi^2 >$	0,153	0,197	0,131	$\alpha = 0,02$

χ_3^2				
------------	--	--	--	--

Гипотеза о нормальном распределении разностей уравнированных высот определяемых пунктов нивелирной сети отвергается на основании критерия равенства средних, вероятность $P(t > t_9) = 2 \cdot 10^{-5}$ – мала. Влияние систематических и грубых ошибок статистическим анализом не обнаружено.

Разности уравнированных высот не обладают статистическими свойствами ошибок измерений и для проверки этих свойств не могут быть использованы.

Распределение самих разностей высот может быть идентифицировано смесью двух распределений [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесных Н.Б. Законы распределения случайных величин в геодезии [Текст]: монография / Н.Б. Лесных. – Новосибирск: СГГА, 2005. – 128 с.
2. Лесных Н.Б. Объекты статистического анализа в геодезии [Текст]: монография / Н.Б. Лесных. – Новосибирск: СГГА. – 2010. – 128 с.

© Н.Б. Лесных, Г.И. Лесных, В.Е. Мизин, 2013

РАЗРАБОТКА РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ «ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ И КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СИБИРИ»

Юрий Юрьевич Логинов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 660014, Россия, г. Красноярск, проспект имени газеты «Красноярский рабочий», 31, проректор по научной и инновационной деятельности, тел. (391)291-91-90, e-mail: loginov@sibsau.ru

Павел Викторович Зеленков

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 660014, Россия, г. Красноярск, проспект имени газеты «Красноярский рабочий», 31, начальник научно-исследовательского управления, тел. (391)262-93-68, e-mail: zelenkov@sibsau.ru

Юрий Павлович Юронен

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 660014, Россия, г. Красноярск, проспект имени газеты «Красноярский рабочий», 31, доцент НОЦ ИКИФТ СибГАУ, тел. (391)262-93-68, e-mail: erdas@kniigims.ru

Виктор Викторович Иванов

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/45, корп. «Экология», начальник центра приема и обработки спутниковой информации;

Красноярский филиал по космическому мониторингу Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России, Россия, г. Красноярск, начальник отдела, тел. (391) 291-32-98, e-mail: ivanov@space.akadem.ru

Алексей Николаевич Борисевич

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/45, корп. «Экология», научный сотрудник центра приема и обработки спутниковой информации;

Красноярский филиал по космическому мониторингу Национального центра управления в кризисных ситуациях МЧС России, Россия, г. Красноярск, главный специалист, тел. (391) 291-32-98, e-mail: alexey@space.akadem.ru

В статье приводятся предпосылки создания в красноярском крае региональной технологической платформы «Информационно-телекоммуникационные и космические технологии для инновационного развития Сибири». Описана концепция и определены цели и задачи технологической платформы. Кратко приведен пример успешного внедрения разработки представления геопространственных и спутниковых данных в системе мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций МЧС России.

Ключевые слова: космические технологии, дистанционное зондирование, телекоммуникации, геоинформационные системы.

DEVELOPMENT OF THE REGIONAL TECHNOLOGICAL PLATFORM “INFORMATIONAL-TELECOMMUNICATION AND SPACE TECHNOLOGY FOR INNOVATIVE PROGRESS IN SIBERIA”

Yury Yu. Loginov

Siberian State Aerospace University, 660014, Russia, 31, Krasnoyarsk, Krasnoyarsky Rabochy Av., vice-rector for scientific research and innovation, tel. (391) 291-91-90, e-mail: loginov@sibsau.ru

Pavel V. Zelenkov

Siberian State Aerospace University, 660014, Russia, 31, Krasnoyarsk, 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., chief of research department, tel. (391) 262-93-68, e-mail: zelenkov@sibsau.ru

Urii P. Urronen

Siberian State Aerospace University, 660014, Russia, 31, Krasnoyarsk, 31, Krasnoyarsky Rabochy Av., senior teacher, tel. (391) 262-93-68, e-mail: erdas@kniigims.ru

Victor V. Ivanov

Siberian State Aerospace University, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok., 50/45, buildc. “Ecologya”, chief of the satellite information receiving center;

National Emergency Management Center, Russia, Krasnoyarsk branch of space monitoring, head of department, tel. (391) 291-32-98, e-mail: ivanov@space.akadem.ru

Alexey N. Borisevich

Siberian State Aerospace University, 660036, Russia, Krasnoyarsk, Akademgorodok., 50/45, buildc. “Ecologya”, scientist officer of the satellite information receiving center;

National Emergency Management Center, Russia, Krasnoyarsk branch of space monitoring, main specialist, tel. (391) 291-32-98, e-mail: alexey@space.akadem.ru

The article outlines a background for development of the regional technological platform “Informational-telecommunication and space technology for innovative progress in Siberia” The basic concept is represented and the main objectives of the technological platform are specified herein. The example of the successful implementation of the representation system of geospatial satellite data for disaster monitoring and forecasting in Russian Emergency Committee is briefly made.

Key words: space technologies, remote sensing, telecommunications, geo-information systems.

В декабре 2012г. Губернатором Красноярского края утверждена региональная технологическая платформа (РТП) «Информационно-телекоммуникационные и космические технологии для инновационного развития Сибири». Платформа рассматривается как средство создания высокотехнологичных производств и формирования механизмов их поддержки. Стратегической целью РТП является обеспечение использования результатов информационно-телекоммуникационных и космических технологий в целях социально-экономического развития Красноярского края. Инициатором разработки РТП выступил Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнева (СибГАУ). Университет является ведущим центром Сибири в подготовке и повышении квалификации

специалистов в области информационно-телекоммуникационных и космических технологий.

Геоэкономические особенности Красноярского края (протяженная территория с разнообразным рельефом и климатом, высокая доля слабо освоенных и труднодоступных зон, большие запасы природных ресурсов и другие факторы) объективно приводят к необходимости использования космических систем. В этих условиях эффективное использование результатов космической деятельности информационно-телекоммуникационных технологий и их интеграция с процессами обеспечения жизнедеятельности органов государственной власти и населения приобретает значение стратегического фактора для дальнейшего ускорения социально-экономического развития. В свою очередь, Красноярский край обладает необходимым заделом как в производственно-технологической, так и в научно-фундаментальной базе. Неоспоримыми преимуществами космических технологий являются: глобальность и непрерывность связи, возможность удаленного управления и передачи данных, навигационное, гидрометеорологическое картографическое и другие виды обеспечения.

Как показывает анализ мировых тенденций развития информационных и космических технологий, общими тенденциями развития являются:

- развитие интегрированных сетей вычислительных ресурсов, систем хранения и телекоммуникации;
- создание региональных систем комплексного мониторинга территории на основе дистанционного зондирования Земли;
- разработка и распространение технологий электронного взаимодействия органов власти, бизнеса и населения;
- разработка средств организации учебного процесса и создание качественного верифицированного образовательного контента в виртуальной профессиональной ориентированной среде;
- создание многоспутниковых группировок, обеспечивающих высокую периодичность наблюдения требуемых регионов;

В рамках описываемой технологической платформы предлагается развивать технологии, которые соответствуют магистральным направлениям научно-технологического развития индустриально развитых стран.

Космической отрасли и информационно-вычислительной и телекоммуникационной инфраструктуре отводится существенная роль в создании современной инновационной экономики. Трансфер связанных с космосом технологий обеспечивает повышение конкурентоспособности многих отраслей промышленности. Это позволяет отнести данную отрасль к числу «локомотивов» в экономике России. Космические системы отнесены к приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в РФ, а технологии создания новых поколений ракетно-космической техники к критическим технологиям, перечень которых утвержден Президентом РФ. Важнейшие направления космической деятельности России определены Основами военно-технической политики РФ на период до 2015 года и дальнейшую перспективу. Государственные задачи

развития отрасли решаются через реализацию ФЦП: «Федеральная космическая программа России на 2006-2015 годы», «Глобальная навигационная система» и др.



Рис. 1. Структура региональной технологической платформы

До 2015 года прогнозируется существенный рост потребностей социально-экономической сферы, науки и международного сотрудничества в космических средствах и услугах. Серьезные задачи стоят по развитию космических информационных систем (ГЛОНАСС, связь, телевидение, дистанционное зондирование Земли, гидрометеорология, экологический мониторинг, контроль чрезвычайных ситуаций, фундаментальные космические исследования и др.).

Крупный прорыв в информационных и космических технологиях в области связи, навигации, дистанционного зондирования Земли может быть сделан благодаря использованию сверхмалых КА. Образуя орбитальную группировку, работающую как единое целое (кластерный запуск), можно превзойти возможности крупных и дорогих космических аппаратов. Освоение Ка-диапазона и систем многолучевого обслуживания позволит на порядок увеличить емкость спутникового сегмента, тем самым снизив его стоимость, а также уменьшить габариты абонентского комплекта. Это в сочетании с массовым производством приведет к снижению стоимости, как самой регулярной услуги, так и ее подключения. Разработка собственной системы спутниковой связи, включающей центральную и терминальные станции позволит избавиться от технологической

зависимости в этом сегменте рынка и выйти на него с конкурентным продуктом.

Исходя из описанных предпосылок, и существующих глобальных тенденций технологического развития, задачи РТП определены следующим образом:

объединение усилий СибГАУ, СФУ, ОАО «ИСС», КНЦ СО РАН и ГУ МЧС по Красноярскому краю с целью формирования Регионального центра космических услуг, используя имеющееся в настоящее время оборудование приема и обработки космической информации с целью предотвращения лесных пожаров, мониторинга состояния лесных массивов, прогноза урожайности полевых культур, мониторинг транспорта и экологической обстановки;

модернизация и расширение системы мониторинга транспортных перевозок в Красноярском крае с использованием спутниковой диспетчеризации в зонах отсутствия сотовой связи;

развитие навигационно-информационных систем мониторинга состояния зданий, сооружений, и геодинамических исследований на базе ГЛОНАСС;

создание технологий системы ГЛОНАСС, обеспечивающих автоматическую швартовку судов и посадку воздушного транспорта на малооборудованные аэродромы;

создание интегрированной сети вычислительных ресурсов, ресурсов хранения и телекоммуникационных ресурсов, включающей программные средства виртуализации (GRID Красноярского края) и сервис-ориентированную архитектуру (облачные сервисы) в целях удовлетворения информационных потребностей населения и бизнеса;

распространение технологий электронного взаимодействия органов власти, бизнеса и населения, соответствующего уровню информационного общества;

включение краевого GRID в информационное пространство регионов Дальнего Востока, стран АТЕС и ШОС;

прогнозная и аналитическая деятельность, стратегическое планирование развития информационно-телекоммуникационных и космических технологий, выявление приоритетов развития, экспертиза проектов разного уровня, консультирование органов государственного управления в рамках компетенциям платформы.

Одним из ярких примеров реально работающей системы использования космической информации на территории Красноярского края является Красноярский филиал по космическому мониторингу Национального центра управления в кризисных ситуациях (НЦУКС) МЧС России. Данное подразделение создано в 1996-м году на основании трехстороннего соглашения между МЧС России, Администрацией Красноярского края и Красноярским научным центром СО РАН. Основной задачей филиала является мониторинг чрезвычайных ситуаций на территории Сибири, Урала и Дальнего Востока, и разработка специаль-

ных программных средств для дешифровки и анализа данных принимаемых с искусственных спутников Земли. Красноярский филиал работает единой системой с приемными центрами в городах: Владивосток, Вологда и Москва, и является ведущим центром разработки ПО и ГИС в системе космического мониторинга МЧС. Опыт работы данного подразделения служит примером для формирования мероприятий и дизайн проектов в рамках Технологической платформы.

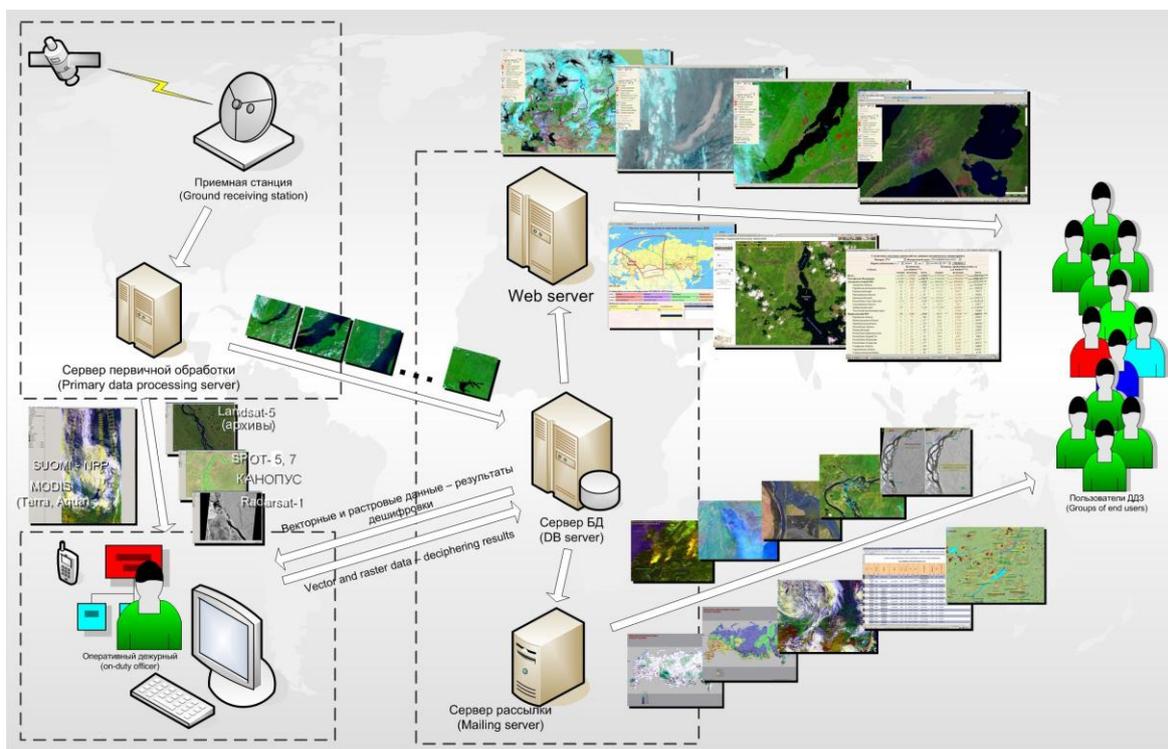


Рис. 2. Система информационных потоков Красноярского филиала НЦУКС

Основной платформой по обработке, хранению и распространению конечных продуктов космического мониторинга в системе МЧС России является разработка Красноярского филиала - геоинформационный сервис «КАСКАД». Этот ГИС запущен в постоянное использование с доступом всех оперативных дежурных смен всех уровней подключенных к единой системе передачи данных МЧС России. Данная система задумывалась как аналог всемирно известной системы обзора Земли из космоса GOOGLE, но с уклоном использования ее в качестве инструмента оперативного мониторинга чрезвычайных ситуаций. Геоинформационный сервис позволяет получить доступ как к свежим, так и к архивным данным спутниковых снимков среднего и высокого разрешения на районы ЧС, а также к систематизированной базе данных по пожарам. Также, указанная ГИС система имеет расширенный набор векторных и растровых карт и картографических сервисов.

На сегодняшний день система оперативного представления данных космического мониторинга обладает следующими техническими возможностями:

- Имеется удобный интерфейс, который не требует специальных навыков работы с программами и использует типовой браузер операционной системы Windows;

- Оперативность представления данных по выявленным природным пожарам (термоточкам) составляет 20 - 40 минут после приема данных со спутника при этом вы видите сразу всю картину с принятого витка. Все наблюдаемые термоточки имеют связь с численными табличными характеристиками пожаров и представлены в окне браузера как реальные масштабируемые полигоны площадей горения и гарей нарастающим итогом. При необходимости узнать площадь пожара достаточно на него щелкнуть мышкой и в открывшемся окне таблицы посмотреть значения. Также работают и обратные выборки, т.е. можно просто выбрать пожар в таблице, а система поставит его в центр экрана с необходимой разрешающей способностью;

- В качестве подложки можно подключать карты масштаба 1:1000000, 1:500000 и 1:200000 и векторные картографические слои, а также показывать выявленные термоточки непосредственно на спутниковых снимках как в видимом диапазоне длин волн так и в тепловых каналах. Реализована система представления метеоданных (направление и скорость ветра, количество осадков и температура) которые обновляются каждые 6 часов. В систему могут быть загружены слои полигонов границ, ЛЭП, нефте- и газо-проводов, железных и авто дорог;

- Имеется простая возможность просмотреть историю развития пожара просто перелистывая календарь;

- При наличии съемки высокого разрешения (Landsat-8, Spot-5, Канопус) имеется возможность более детально оценить обстановку, принятые витки со спутников высокого разрешения также сразу после обработки сцен попадают в систему для работы.

Стоит отметить, что данная ГИС оперативного представления данных космического мониторинга разрабатывалась как гибкая и универсальная оболочка. По этому в ней имеется возможность представлять данные не только по пожарам, но и работать в паводковый период. Так в базе данных имеется ежегодно уточняемая статическая информация о положении ледовых переправ, ежедневно производится мониторинг кромок ледостава и промоин, возникающих при разрушении льда, которые также сразу же отображаются в виде векторных слоев и статических снимков в окне ГИС «Каскад». Имеющаяся база по паводкоопасным районам позволяет с использованием цветовой шкалы семафоров сразу показать места на которые надо обратить внимание в текущий день, а также какие районы планировать к заказу съемки.

© Ю.Ю. Логинов, П.В. Зеленков, Ю.П. Юронен, В.В. Иванов, А.Н. Борисевич, 2013

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА С ПОМОЩЬЮ ГИС

Анна Илларионовна Павлова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры геодезии, e-mail: annstab@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы морфометрического анализа рельефа с помощью ГИС. При морфометрическом анализе рельефа использованы методы цифрового моделирования рельефа. Это позволило охарактеризовать изучаемую территорию по количественным показателям рельефа для целей агроэкологической оценки земель.

Ключевые слова: морфометрические показатели рельефа, цифровая модель рельефа, ГИС, вертикальное расчленение, горизонтальное расчленение, агроэкологическая оценка земель.

THE MORFOMETRIC ANALYSIS OF RELEF WITH THE HELP OF GIS

Anna I. Pavlova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., e-mail: annstab@mail.ru

The questions of the morphometric analysis of the relief using GIS. Morphometric analysis of relief when used methods of digital terrain modeling, used to thematic maps. In this article it allowed the study area characterized by quantitative indicators of relief for agro-ecological evaluation.

Key words: morphometric parameters of the relief, the digital terrain model, GIS, the vertical division, the horizontal division, agro-ecological evaluation of land.

Современная агроэкологическая оценка земель сельскохозяйственного назначения предполагает детальное изучение природных условий территории. Изучение природных факторов и условий целесообразно осуществлять с применением современных информационных технологий и методов анализа данных. Использование ГИС позволяет территориально привязывать различные тематические карты в виде электронных слоев, собирать и представлять информацию в базах данных (БД).

Рельеф, оказывая воздействие на распределение и циркуляцию воздушных масс, а также сток и испарение с поверхности земли атмосферных осадков, является одним из ведущих факторов формирования ландшафтов. Изучение структурно-геоморфологических особенностей рельефа является неотъемлемой частью региональных исследований по агроэкологической оценке земель.

При существующем многообразии способов отображения рельефа к составлению его электронных карт предъявляются определенные требования: метричность изображения, пластичность и морфологическое соответствие изображения. Соблюдение этих требований позволяет исследователям разных об-

ластей знания изучать особенности рельефа с разных позиций. Изучение особенностей рельефа и его характеристик в ГИС связано с цифровым моделированием рельефа.

При моделировании рельефа использована цифровая топографическая карта масштаба 1:100 000 (разработана Западно-Сибирским филиалом ФГУП «Госземкадастрсъемка», г. Омск). На ЦМР отражены горизонталы (основные и вспомогательные), высотные отметки, а также другие картографические элементы, используемые для отображения особенностей рельефа местности. Горизонталы, как одна из основных составляющих ЦМР, обладают высокой метричностью. Не менее важную информацию о характере рельефообразования, морфологических особенностях рельефа можно извлечь с синтезированных космических снимков.

На основе ЦМР созданы серии тематических карт важнейших морфометрических показателей рельефа. В решении задач, связанных с агроэкологической оценкой земель морфометрические карты необходимы для выявления взаимосвязи рельефа с другими компонентами ландшафта.

В литературе освещены различные способы построения морфометрических карт рельефа. Карты вертикального расчленения рельефа имеют различные названия, например, «карта относительных высот», «карта глубины расчленения рельефа», «карта глубины местных базисов эрозии». Для построения морфометрических карт были использовано ПО Vertical Mapper (модуль ГИС MapInfo), Spatial Analysis (ГИС ArcView) и авторская программа Morfometria (А.И. Павлова, В.К. Каличкин). При создании карты вертикального расчленения рельефа применялась растровая модель организации данных с получением высотных отметок точек в узлах регулярной сетки квадратов. Точность построения карты вертикального расчленения зависит от шага сетки, который исходя из исходного масштаба ЦМР (М 1:100 000) был равным 10 км.

В основу методики составления карты использован признак, характеризующий рельеф равнин по глубине местных базисов эрозии. Атрибутивная информация БД карты вертикального расчленения рельефа содержит сведения о площади, глубине местных базисов эрозии и степени вертикального расчленения рельефа.

Анализ карты вертикального расчленения рельефа позволил сделать заключение о том, что в пределах Омской области наибольшее распространение имеют слаборасчлененные равнины. Большая часть территории Омской области (48,3% от площади области) характеризуется слабым расчленением рельефа, глубина местных базисов эрозии составляет от 5 до 20 м. Глубокое расчленение рельефа отмечается на 5,2% территории и очень глубокое – на 4,5%. Сюда относятся участки бессточной котловины оз. Эбейты (более 50 м) и Прииртышского увала (до 80 м).

При формировании карты горизонтального расчленения рельефа использовался показатель густоты расчленения. Густота, или интенсивность горизонтального расчленения рельефа зависит от степени развития эрозионной сети. Морфометрические карты горизонтального расчленения рельефа имеют назы-

вания: «густота расчленения рельефа», «горизонтальное расчленение рельефа», «густота расчленения гидрографической сетью». В наиболее распространенном способе показатель густоты расчленения рельефа определяется в виде отношения суммарной протяженности всех расчленяющих водотоков и эрозионных форм рельефа к площади квадрата сетки. Этот способ позволяет применять процедуры интерполяции и получать результаты на всю исследуемую территорию. По степени расчленения рельефа линейными формами использованы градации: слабая – коэффициент горизонтального расчленения менее $0,5 \text{ км/км}^2$, средняя – от $0,5$ до $1,0$, сильная – от $1,0$ до $1,5$ и очень сильная – более $1,5 \text{ км/км}^2$.

Атрибутивная информация БД карты вертикального расчленения рельефа содержит сведения о площади, коэффициенте горизонтального расчленения рельефа и степени расчленения. Анализ карты горизонтального расчленения рельефа позволяет сделать вывод о том, что большая часть территории области ($85,4\%$) характеризуется слабой расчлененностью (до $0,5 \text{ км/км}^2$, незначительная часть территории области имеет сильное ($1,2\%$) и очень сильное расчленение (до $0,1\%$).

С юга на север области коэффициент горизонтального расчленения рельефа увеличивается. На юге области рельеф слабоволнистый и плоско-волнистый, речная сеть не развита. Поэтому расчленение территории линейными формами характеризуется как слабое, а коэффициент горизонтального расчленения составляет всего $0,2 \text{ км/км}^2$.

Водораздельные равнины Омь-Иртышского междуречья также слабо расчленены линейными формами, коэффициент горизонтального расчленения составляет $0,2 - 0,5 \text{ км/км}^2$. В долине р. Омь коэффициент возрастет до $0,6 - 0,7 \text{ км/км}^2$. Также слабо расчленены водораздельные пространства в междуречьях рек Ишим, Большой Аев, Оша, Иртыш. В долинах этих рек, в результате действия водотоков горизонтальное расчленение рельефа характеризуется как среднее и сильное. В долине р. Ишим коэффициент горизонтального расчленения колеблется от $0,4$ до $0,8 \text{ км/км}^2$. В долине р. Большой Аев коэффициент горизонтального расчленения принимает значения от $0,2$ до $0,8 \text{ км/км}^2$, иногда более $1,2 \text{ км/км}^2$. В долине р. Оша расчленение линейными формами рельефа характеризуется как слабое и среднее с коэффициентом горизонтального расчленения до $0,8 \text{ км/км}^2$.

На севере области, в районах Васюганского плато и возвышенности Тобольский материк гидрографическая сеть хорошо развита. Показатель густоты расчленения рельефа увеличивается до $1,2 \text{ км/км}^2$.

Под очень сильно расчлененными территориями (коэффициент горизонтального расчленения более $1,5 \text{ км/км}^2$) находится незначительная часть, примерно $0,1\%$ площади, Омской области (Прииртышский увал).

Наряду с морфометрическими показателями, такими как вертикальное и горизонтальное расчленение рельефа, большое значение имеет информация о расчленении рельефа западинными формами. Она необходима в тех случаях,

когда на исследуемой территории гидрографическая сеть развита слабо или отсутствует, что характерно для лесостепной и степной зон Омской области.

В качестве показателя расчленения рельефа западинными формами принято число озерных западин, встречающихся в пределах квадрата площадью 100 км^2 .

Атрибутивная информация БД карты расчленения рельефа озерно-западинными формами включает сведения о значении показателя расчленения, площади и степени расчленения рельефа.

Выявлено, что сильно расчленены заболоченные водоразделы Тобольского материка и Васюганского плато (более 20 западин на 100 км^2). Здесь в условиях избыточного увлажнения сформировалась сеть озер разнообразной формы и площади. Сильным расчленением рельефа озерно-западинными формами отличаются также пойменные участки р. Иртыш и западная часть Барабинской равнины, в межгрядных понижениях которой залегают озера. На слабоволнистых равнинах лесостепи число озерно-западинных форм рельефа колеблется от 5 до 20 на 100 км^2 . В степи западины встречаются редко, поэтому расчленение характеризуется как слабое – до 5 западин на 100 км^2 .

Таким образом, в результате исследований выполнена оценка рельефа по морфометрическим показателям. Для этих целей созданы карты рельефа с использованием методов цифрового моделирования. Результаты оценки рельефа использованы для целей геоморфологического районирования, а также для оценки эрозионной опасности земель.

© А.И. Павлова, 2013

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ЗЕМЕЛЬ С ПОМОЩЬЮ ГИС И НЕЙРОННОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ

Анна Илларионовна Павлова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры геодезии, e-mail: annstab@mail.ru

Владимир Климентьевич Каличкин

Государственное научное учреждение Сибирское региональное отделение Российской академии сельскохозяйственных наук, 630501, Новосибирская область, Новосибирский район, п. Краснообск, первый заместитель председателя СО Россельхозакадемии, e-mail: kvk@ngs.ru

В статье рассмотрены вопросы картографирования эрозионных земель с помощью НЭС и ГИС. Выделение эрозионных земель осуществлено путем анализа морфометрических характеристик рельефа и величины потенциального смыва почв.

Ключевые слова: геоинформационные системы, искусственные нейронные сети, картографирование эрозионных земель, агроэкологические группы земель.

THE MAPPING OF THE ERROSION LANDS WITH GIS AND NEURAL EXPERT SYSTEM

Anna I. Pavlova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., e-mail: annstab@mail.ru

Vladimir. K. Kalichkin

State Scientific Institution Siberian regional department of the of Russian Academy of Agricultural Sciences, 630501, Russia, Novosibirsk Region, Novosibirsk district, Krasnoobsk, First President's Deputy, e-mail: kvk@ngs.ru

The questions of land erosion mapping using the NES and GIS. Allocation of land erosion accomplished by morphometric analysis of the characteristics of topography and quantity of potential soil erosion.

Key words: geographic information systems, artificial neural networks, mapping of land erosion, agro-ecological groups of lands.

Современные задачи в области автоматизированной агроэкологической оценки земель связаны с обработкой больших объемов тематически ориентированной информации, со сложностью построения математической модели объекта исследования. Картографирование агроэкологических групп земель с помощью общепринятых количественных методов анализа данных представляется недостаточным, поскольку доступные источники информации интерпретируются в большинстве случаев качественно и неопределенно.

В связи с этим использование в прикладных целях гибридных интеллектуальных систем представляется актуальным. Особенность таких систем состоит

в интеграции различных технологий обработки информации, представляющих собой синтез геоинформационных и нейронных экспертных систем (НЭС). Среди множества задач, решаемых с помощью НЭС в различных областях человеческой деятельности, выделяют классификацию, прогнозирование, принятие решений, распознавание образов, ассоциативную память, снижение размерности данных и др.

В настоящей работе предложен подход, основанный на использовании НЭС, интегрированной с ГИС. Он реализован в задачах классификации и топологии эрозионных земель при региональном картографировании Омской области.

В исследованиях использованы следующие материалы на территорию Омской области: космические снимки ИСЗ Landsat-7 ETM+, топографическая карта М 1:100000, почвенная карта М 1:600 000. Оценку рельефа осуществляли по показателям его горизонтальной и вертикальной расчлененности, уклону. На территорию Омской области были созданы морфометрические карты: уклонов, экспозиции склонов, горизонтального и вертикального расчленения, расчленения западинными формами рельефа.

Совокупность информации, необходимой для оценки и картографирования земель описывалась в базах данных (БД) ГИС. Интеграция данных осуществлялась через пространственную и атрибутивную составляющую в виде: космической информации, топографической и тематических карт, БД с частными шкалами оценок земель и баз знаний (БЗ).

Тематическая направленность НЭС непосредственно связана с выделением операционно-территориальных единиц (ОТЕ) и их описанием количественными или качественными показателями. Изучаемая территория делится на конечное множество ОТЕ (V) и этим достигается пространственно-координатная привязка результатов обучения НЭС и ГИС. Исходная информация о территории записывается в вид двумерной матрицы R размерности $N \times M$, т.е. $R = \{x_{ij}\}$ ($i=1 \dots N; j=1 \dots M$).

Совокупность ОТЕ включала сведения по набору тематических свойств: $x_{ij} = (x_{ij}^1, \dots, x_{ij}^k)$, $P_n = \{1, \dots, k\}$, по которым осуществлялась классификация данных при учете пороговых границ ограничений с условием $\forall t \in V (1 \leq t \leq (N \times M))$, описываемых набором векторов P .

Каждый вектор задавался следующим образом $P_n = \{P_{ki}\} = (P_{kc}, P_{kr}, P_{kw}, P_{kp})$, где P_{ki} – значение ограничений из набора признаков, ранжированных по порогам ограничений. При создании НЭС наборы показателей описаны в таблицах частных шкал оценок с ранжированием порогов ограничений. Данные таблицы включают знания экспертов и разрабатываются с помощью Microsoft Access.

При разработке БД частных шкал оценок использованы значения потенциального смыва почв и морфометрические показатели рельефа.

Для расчета потенциального смыва почв использовано эмпирическое уравнение эродирующей способности стока талых (ливневых) вод (модель):

$$\text{Эт(л)} = \text{Кт(л)} \cdot \text{R} \cdot \text{Кэ} \cdot \text{Кс} \cdot \text{П}, \quad (1)$$

где Эт(л) – потенциальный смыв от стока талых вод (ливневых дождей);

Кт(л) – эродирующая способность стока талых вод (ливневых дождей);

R – коэффициент эрозионного влияния рельефа;

Кэ – коэффициент на экспозицию склона;

Кп – коэффициент на поперечный профиль склона;

П – коэффициент относительной смываемости почвы.

По полученным значениям потенциального смыва почв были выделены классы эрозионной опасности земель: менее 2,5; от 2,5 до 5,0; от 5,0 до 10; от 10 до 15; от 15 до 20; от 20 до 25; более 25 т/га в год.

В последующем, шкалы оценок использовали для формирования картографических БЗ в виде векторных слоев ГИС MapInfo с привязанными к ним атрибутивными таблицами показателей. По сути таблицы представляют БЗ, хранимые в Microsoft Access и используемые в обучении НЭС. По структуре, разработанная НЭС, реализует многослойный перцептрон с обратным распространением ошибки. В результате осуществляется итеративная процедура картографирования эрозионных земель на основе интеграции данных дистанционного зондирования, ГИС и НЭС.

В результате исследований выделены эрозионные земли для трех эрозионных зон Омской области. Например, в рельефе северной эрозионной зоны преобладают плоские и слабовыпуклые водораздельные равнины и увалы. На плоских водоразделах, в условиях слабого горизонтального расчленения (0,3-0,6 км/км²) и вертикального расчленения (до 10 м), углами наклона рельефа в среднем 0,5-1,5 процессы водной эрозии практически не развиты, потенциальный смыв почв не превышает 2,5 т/га. Слабоэрозионные земли с потенциальным смывом почв до 2-5 т/га залегают на приречных склонах.

Склон Васюганское плато характеризуется полого-увалистым рельефом со следующими показателями: горизонтальное расчленение рельефа в среднем составляет 0,6-0,8 км/км², а на юго-западе достигает величины 1,0-1,2 км/км². Углы наклона в среднем колеблются от 2 до 9° и могут достигать величины 12-14° глубина местных базисов эрозии 30-40 м и более. Большую часть территории занимают средне- и сильноэрозионные земли, приуроченные к склонам увалов и приречьям крупных рек с потенциальным смывом почв 18-27 т/га в год.

На водоразделах рек Уй и Тара залегают очень сильноэрозионные земли, потенциальный смыв почв в среднем составляет 25-36 т/га.

На водоразделах рек Ишим, Большой Аев, Оша сформированы плоские и плосковолнистые равнины. Горизонтальное расчленение рельефа в среднем составляет 0,3-0,5 км/км², а углы наклона поверхности до 1°, глубина местных базисов эрозии – 5-10 м. Потенциальный смыв почв не превышает величины 1 т/га.

Слабоэрозионные земли залегают по гривным формам рельефа, где потенциальный смыв почв в среднем составляет от 4 до 8 т/га.

Применение ГИС позволило сформировать тематические карты ГИС, необходимые для оценки территории по морфометрическим показателям рельефа и по величине среднегодового потенциального смыва почв. С использованием НЭС, интегрированной с ГИС были выделены ареалы агроэкологической группы эрозионных земель и созданы карты эрозионных земель. Результаты исследований будут использованы в дальнейшем при агроэкологической оценке эрозионных земель.

© А.И. Павлова, В.К. Каличкин, 2013

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ И ГИС

Анна Илларионовна Павлова

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доцент кафедры геодезии, e-mail: annstab@mail.ru

Алексей Владимирович Кубасов

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Россия, г. Омск, пр. Королева, 26, научный сотрудник, e-mail: sibapk@mail.ru

Александр Григорьевич Нагибин

Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Россия, г. Омск, пр. Королева, 26, e-mail: sibapk@mail.ru

В статье рассмотрены вопросы цифрового картографирования структуры почвенного покрова (СПП) по материалам космической съемки. Предложено получать качественные и количественные показатели СПП при интегрированном использовании технологий автоматизированной обработки космических снимков и ГИС.

Ключевые слова: структура почвенного покрова, почвенные комбинации, космические снимки, ГИС.

THE STUDYING OF STRUCTURE OF THE SOIL COVER WITH USE OF MATERIALS OF SPACE IMAGES AND GIS

Anna I. Pavlova

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., e-mail: annstab@mail.ru

Alexey W. Kubasov

Siberian Research Institute of Agriculture, Senior Fellow, 644012, Russia, Omsk, pr. Korolev, 26, e-mail: sibapk@mail.ru

Alexsandr G. Nagibin

Siberian Research Institute of Agriculture, Senior Fellow, 644012, Russia, Omsk, pr. Korolev, 26, e-mail: sibapk@mail.ru

In this article is discuss the questions of digital mapping soil structure that based on space imagies. The authors proposed receive qualitative and quantitative indicators for integrated use automated interpretation of space imagies and GIS.

Key words: structure of the soil cover, soil combinations, space imagies, GIS.

Изучение структуры почвенного покрова (СПП) является одним из основных направлений современной картографии почв. Выдвинутое В.М. Фридландом учение о структуре почвенного покрова позволяет изучать почвенный покров как открытую сложную систему, состоящую из закономерно повторяю-

щихся почвенных комбинаций, связи между которыми имеют различный характер. Среди основных природных факторов, влияющих на формирование СПП, выделяют рельеф и литолого-геоморфологические условия. Поэтому при анализе СПП важную информацию содержат топографические, геоморфологические карты, а также материалы дистанционного зондирования. Изучение СПП по материалам космической и аэрофотосъемки способствует выявлению границ почвенных комбинаций, анализу иерархического строения почвенного покрова и условий залегания в рельефе.

Актуальность исследований обусловлена тем, что показатели структуры почвенного покрова необходимы для целей агроэкологической оценки и типизации земель. Оценка неоднородности почвенного покрова в количественном выражении базируется на элементах информационного анализа. При таком подходе мерами разнообразия неоднородности почвенного покрова служат показатели пространственной и классификационной дифференциации почвенного покрова (коэффициенты расчлененности, контрастности, сложности и неоднородности почвенного покрова).

Учесть качественные и количественные показатели СПП возможно при интегрированном использовании технологий автоматизированной обработки космических снимков и ГИС. В связи с этим целью исследований являлось изучение СПП с использованием космических снимков и ГИС.

Совокупность информации, необходимой для картографирования структур почвенного покрова и их количественной оценки описывается в базах данных ГИС. Интеграция данных реализуется через пространственную и атрибутивную составляющую в виде: результатов дешифрирования космической информации, топографической и тематических карт. При этом создание атрибутивных баз данных ГИС предполагает оцифровку тематических карт, привязанных в единой картографической проекции (в качестве которой служила топографическая карта масштаба 1:25000). В результате работы сформированы тематические карты и атрибутивные базы данных ГИС: почв, почвообразующих пород, рельефа, условий увлажнения.

Распознавание космического снимка, полученного с ИСЗ Landsat-7 ETM⁺, осуществлялось с привлечением методов предварительной обработки и автоматизированных методов дешифрирования. Предварительная обработка изображений направлена на гистограммные преобразования и фильтрацию изображений, увеличение контрастности изображений. В последующем результаты предварительной обработки служат основой для автоматизированной классификации снимка по значениям спектральных яркостей. Для этого использовались процедуры сегментации и алгоритм автоматизированного дешифрирования (ISOData). Это позволило повысить оперативность процедур распознавания, а также исключить влияние субъективного фактора при выделении границ почвенных контуров и почвенных комбинаций.

Результаты распознавания космического снимка использовались для определения количественных показателей структуры почвенного покрова с помощью ГИС MapInfo. Количественная оценка неоднородности почвенного покро-

ва выполнена с помощью коэффициента расчленения (КР), коэффициента контрастности (КК), коэффициента неоднородности (КН). Коэффициент расчленения характеризует общую расчлененность границ почвенных контуров. В зависимости от значения коэффициента расчленения различаются: нерасчлененные ($КР < 2$), слаборасчлененные ($2 < КР < 4$), среднерасчлененные ($4 < КР < 6$) и сильно-расчлененные ($КР > 6$).

Характеристика почвенного покрова по контрастности свойств почв определялась в зависимости от значения коэффициента контрастности (КК): очень контрастный ($КК > 9$), контрастный ($7 < КК < 9$), среднеконтрастный ($5 < КК < 7$), малоконтрастный ($3 < КК < 5$), очень неконтрастный ($КК < 3$), по методу, предложенному Ю.К. Юодисом. Для оценки контрастности почвенного покрова использован ряд показателей: гранулометрический состав почв, содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, увлажнение, степень эродированности почв.

Исследования выполнены на примере ОПХ "Фрунзе" Тарского района Омской области. Как показали проведенные исследования, границы почвенных ареалов приурочены к определенным формам рельефа, а генетико-геометрическое строение почвенного покрова обусловлено мезорельефом. Например, выявлена закономерная приуроченность переувлажненных земель к пониженным формам рельефа, с вертикальным расчленением рельефа менее 5 м и углами наклона рельефа менее 1° . В депрессиях рельефа встречаются болотные почвы и лугово-болотные с озерно-болотными отложениями в качестве почвообразующих пород. На периферии западин распространены почвы разной степени оглеения.

Комплексный подход в картографировании СПП позволил выделить почвенные комбинации, охарактеризовать их по составу и соотношению компонентов, коэффициентам расчленения контуров, контрастности и неоднородности почвенного покрова. Для целей типизации земель была выполнена их сравнительная характеристика.

Для СПП водоразделов характерно формирование среднеконтрастных почвенных комбинаций ($КК = 6,7$), представленных сочетанием дерново-подзолистых с глееподзолистыми в нижних частях склонов и в приречных террасах ($П_{д-2л}$ (86%) + $Птг-г$ (14%)), с нерасчлененными границами почвенных контуров $КР = 1,45$. Почвенный покров слабонеоднородный ($КН = 9,8$).

В слабопониженной равнине формируются комплексы почв ($КК = 11,6$) с фоновой серой лесной среднemocной и включениями солоди луговой и солоди лугово-болотной ($С_{2-2с}$ (84%) + $СД_{1с}$ (12%) + $СД_{6}$ (4%)). Почвенный покров сильно-неоднородный ($КН = 21,08$), с нерасчлененными границами почвенных контуров $КР = 1,67$, и пятнистой формой почвенных комбинаций.

Пойма по морфологическому строению разделена на ложбинно-гривистую (приусловую), волнисто-равнинную (центральную) и пониженную (притеррасную), занятую большей частью речками и болотами. Так, в СПП гривистой поймы распространены сочетания аллювиальных луговых слаборазвитых, аллювиальных луговых временно и избыточно увлажненных с включениями ал-

лювиальных болотных торфяных и аллювиальных лугово-болотных перегнойных ($АЛ^3_{2т}(54\%)+АБ_т(20\%)+А_{лп}(20\%)+АЛ^3_{2с}(6\%)$). Для сочетаний характерная серповидная форма со слаборасчлененными границами почвенных контуров $KP=2,08$. Почвенный покров среднееднородный ($КН=14,9$).

Таким образом, в результате проведенных исследований выполнено картографирование СПП с привлечением методов распознавания космических снимков и ГИС. Это позволило охарактеризовать почвенные комбинации по их принадлежности к определенной генетико-геометрической форме, условиям залегания в рельефе, количественным показателям.

© А.И. Павлова, А.В. Кубасов, А.Г. Нагибин, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

1. <i>В.А. Соколов, О.П. Втюрина, Н.А. Борисевич, Т.К. Распопина, И.В. Лукьянов.</i> Проблемы совершенствования охраны лесов Сибири	3
2. <i>Ю.Н. Ильичёв.</i> Выживаемость культур сосны после низовых пожаров в Приобских борах.....	9
3. <i>Х.Б. Куулар, С.Б. Хертек.</i> Оценка постепенного изменения лесных экосистем Тувы с использованием анализа временных рядов Landsat	15
4. <i>Х.Б. Куулар, Ш.А. Намзын.</i> Оценка ущерба лесных пожаров Тувы за 2012 г.....	18
5. <i>Е.С. Волкова.</i> Энергетическая эффективность использования ресурсно-сырьевого потенциала березовых лесов Томской области.....	21
6. <i>С.А. Кривец, Е.С. Волкова, М.А. Мельник.</i> К оценке рисков лесопользования в районах инвазии уссурийского полиграфа (на примере Томской области)	25
7. <i>М.А. Мельник.</i> Комплексная оценка потенциала лесов (на примере Томской области).....	31
8. <i>Э.М. Бисирова.</i> Современное состояние Базойского припоселкового кедровника.....	37
9. <i>С.А. Николаева, А.Н. Панов.</i> Структура корневых систем кедра сибирского под пологом березово-сосновых сообществ на юге Томской области	43
10. <i>С.А. Николаева.</i> Многолетняя динамика сезонного роста кедра сибирского под пологом березово-сосновых сообществ на юге Томской области	49
11. <i>Е.Н. Пац, Н.А. Чернова.</i> Изменение жизненности подроста в ходе инвазии уссурийского полиграфа в пихтовые леса Томской области	55
12. <i>А.Ю. Бочаров, Е.Е. Тимошок.</i> Возрастная структура и радиальный рост лиственницы на молодых моренах Северо-Чуйского хребта	60
13. <i>Н.А. Чернова, Н.Н. Пологова, Н.В. Климова.</i> Заболачивание лесов на Васюганской равнине	65

14. <i>А.И. Земляной, А.В. Шакиров.</i> Динамика семеношения плюс-деревьев кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour) в клоновых архивах.....	70
15. <i>А.И. Земляной.</i> Роль селекции в решении проблем кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour)	75
16. <i>А.И. Земляной.</i> О методике отбора плюс-деревьев кедра сибирского (<i>Pinus sibirica</i> Du Tour) по семенной продуктивности	80
17. <i>С.К. Фарбер, Н.С. Кузьмик, Н.В. Брюханов.</i> Перспективы использования данных SRTM для решения лесных научно-практических задач	85
18. <i>А.И. Данилин, И.М. Данилин, Д.А. Свищев.</i> Совершенствование алгоритмов дешифрирования таксационных показателей лесных насаждений на основе данных лазерной и цифровой аэро- и космической съемки	89
19. <i>Ю.Н. Баранчиков, В.М. Петько.</i> О перспективах биологического контроля популяций инвазийного вредителя пихты сибирской – уссурийского полиграфа <i>Polygraphus proximus</i> Bland	97
20. <i>Н.В. Пашенова, В.М. Петько, Ю.Н. Баранчиков.</i> Аттрактивность фитопатогенного гриба <i>Grosmannia aoshimae</i> для жуков его инвазийного переносчика – уссурийского полиграфа	102
21. <i>И.А. Целитан.</i> Геоэкологическая оценка и мониторинг аграрных и лесных территорий под воздействием опасных природных явлений	107
22. <i>В.И. Березин, Д.М. Черниховский.</i> Опыт лесного стереодешифрирования с применением специального программно-аппаратного обеспечения и ГИС-технологий для целей выполнения работ по государственной инвентаризации лесов в объектах с наличием труднодоступных территорий	112
23. <i>П.А. Коковин, Ю.В. Лебедев.</i> Устойчивое управление лесами	122
24. <i>В.А. Куделя.</i> К обоснованию необходимого числа постоянных пробных площадей при государственной инвентаризации лесов с учетом труднодоступных территорий	129
25. <i>Е.В. Гнат.</i> Рекультивация земель лесного фонда, нарушенных объектами нефтегазодобычи, на территории Ямало-Ненецкого автономного округа.....	136

26. <i>С.В. Шимов, А.А. Бочарова.</i> Разработка и утверждение ведомственных целевых программ в субъектах РФ по лесоустройству как инструмент эффективного лесоуправления	142
27. <i>Е.С. Черепанова.</i> Состав древостоя на разновременных картах XIX-XXI вв. (территория Пянтежской лесной дачи)	149
28. <i>Н.Б. Лесных, Г.И. Лесных, В.Е. Мизин.</i> Объекты статистического анализа в нивелирной сети	153
29. <i>Ю.Ю. Логинов, П.В. Зеленков, Ю.П. Юронен, В.В. Иванов, А.Н. Борисевич.</i> Разработка региональной технологической платформы «Информационно-телекоммуникационные и космические технологии для инновационного развития Сибири».....	159
30. <i>А.И. Павлова.</i> Морфометрический анализ рельефа с помощью ГИС	166
31. <i>А.И. Павлова, В.К. Каличкин.</i> Картографирование эрозионных земель с помощью ГИС и нейронной экспертной системы.....	170
32. <i>А.И. Павлова, А.В. Кубасов, А.Г. Нагибин.</i> Изучение структуры почвенного покрова с использованием материалов космической съемки и ГИС	174

CONTENTS

1. <i>V.A. Sokolov, O.P. Vtyurina, N.A. Borisevich, T.K. Raspopina, I.V. Lukianov.</i> Problems of improvement of forest conservation of Siberia.....	3
2. <i>Yu.N. Ilyichev.</i> Survival rate of pine after downstream fires in the Priob pinewoods.....	9
3. <i>Kh.B. Kuular, S.B. Khertek.</i> Assessment gradual forest ecosystem change of Tyva using Landast time series analyses	15
4. <i>Kh.B. Kuular, Sh.A. Namzyn.</i> Forest fire damage assessment in Tuva 2012	18
5. <i>E.S. Volkova.</i> Energy efficiency of resource- raw potential use of the birchwood in Tomsk oblast	21
6. <i>S.A. Krivets, E.S. Volkova, M.A. Mel`nik.</i> To assessment of forest management risks in areas of invasion of polygraphus proximus blandf. (for example of Tomsk oblast)	25
7. <i>M.A. Mel`nik.</i> Complex assessment of potential of the forests (for example of Tomsk oblast)	31
8. <i>E.M. Bisirova.</i> Modern state of Siberian stone pine forest near Bazoy settlement.....	37
9. <i>S.A. Nikolaeva, A.N. Panov.</i> Structure of siberian stone pine root systems under birch-pine canopy in southern Tomsk oblast	43
10. <i>S.A. Nikolaeva.</i> Multy-year dynamics of seasonal growth in siberian stone pine under birch-pine canopy in southern Tomsk oblast.....	49
11. <i>E.N. Pats, N.A. Chernova.</i> Change of vitality of undergrowth during invasion of polygraphus proximus in fir forests of Tomsk oblast	55
12. <i>A.Yu. Bocharov, E.E. Timoshok.</i> Age structure and radial growth of larch on the young moraines in the Cevero-Chuisky range, the Altai mountains.....	60
13. <i>N.A. Chernova, N.N. Pologova, N.V. Klimova.</i> Paludification of forests on the Vasugan plain.....	65
14. <i>A.I. Zemlyanoy, A.V. Shakirov.</i> The dynamics of plus tree seed-siberian of <i>Pinus sibirica</i> Du Tour in clonal archives.....	70
15. <i>A.I. Zemlyanoy.</i> Role of selection in solving problems of <i>Pinus sibirica</i> Du Tour	75

16. <i>A.I. Zemlyanoy</i> . On the method of selection of plus trees of <i>Pinus sibirica</i> Du Tour on seed production.....	80
17. <i>S.K. Farber, N.S. Kuz'mik, N.V. Brjuhanov</i> . Prospects of use of data of SRTM for the solution of forest scientific and practical tasks	85
18. <i>A.I. Danilin, I.M. Danilin, D.A. Svischev</i> . Development of algorithms for interpretation of forest inventory parameters of a tree stands based on laser and digital aerial- and space photography data	89
19. <i>Yu.N. Baranchikov, V.M. Petko</i> . On the perspectives of biological control of invasive pest of siberian fir – four-eyed fir bark beetle <i>Polygraphus proximus</i> Bland	97
20. <i>N.V. Pashenova, V.M. Petko, Yu.N. Baranchikov</i> . Attractivity of phitopathogenic fungus <i>Grosmannia aoshimae</i> for adults of its invasive vector – four-eyed fir bark beetle	102
21. <i>I.A. Tselitan</i> . Geoecological assessment and monitoring of agricultural and forest areas under natural hazards' impact	107
22. <i>V.I. Berezin, D.M. Chernihovsky</i> . The experience of interpretation of forest stereo images using special software, hardware and GIS-technologies for the execution of state forest inventory in objects with remote areas	112
23. <i>P.A. Kokovin, Yu.V. Lebedev</i> . Sustainable forest management.....	122
24. <i>V.A. Kudelya</i> . Necessity of constant testing sites for state forest inventory, taking into account hard-to-reach territories	129
25. <i>Ye.V. Gnat</i> . Recultivation of forest resource lands disturbed by oil-and-gas complexes on the territory of Yamal-Nenets autonomous area.....	136
26. <i>S.V. Shimov, A.A. Bocharova</i> . Development and confirmation of departmental forestry target programs in RF subjects as a mechanism for efficient resource management	142
27. <i>E.S. Cherepanova</i> . Composition of forests in the cartographic materials from different periods (XIX-XXI)	149
28. <i>N.B. Lesnykh, G.I. Lesnykh, V.E. Mizin</i> . The objects of statistical analysis are in leveling network	153
29. <i>Yu. Yu. Loginov, P.V. Zelenkov, Yu.P. Yurronen, V.V. Ivanov, A.N. Borisevich</i> . Development of the regional technological platform «Informational-telecommunication and space technology for innovative progress in Siberia»	159

30. <i>A.I. Pavlova</i> . The morfometric analysis of relef with the help of GIS	166
31. <i>A.I. Pavlova, V.K. Kalichkin</i> . The mapping of the errosion lands with GIS and neural expert system	170
32. <i>A.I. Pavlova, A.W. Kubasov, A.G. Nagibin</i> . The studying of structure of the soil cover with use of materials of space images and GIS.....	174

Научное издание

IX Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2013

Международная научная конференция

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА. ЭКОНОМИКА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ, ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО, ЛЕСОУСТРОЙСТВО, УПРАВЛЕНИЕ НЕДВИЖИМОСТЬЮ

Т. 4

Сборник материалов

Материалы публикуются в авторской редакции

Компьютерная верстка *К.В. Ионко*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 22.04.2013. Формат 60 × 84 1/16

Печать цифровая.

Усл. печ. л. 10,69. Тираж 100 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел СГГА
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГГА
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 8.