

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОСИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ»
(СГУГиТ)

XI Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2015

Международная научная конференция

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

Т. 4

Сборник материалов

Новосибирск
СГУГиТ
2015

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. Сулов

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

Директор Института кадастра и природопользования СГУГиТ, Новосибирск
Д. Н. Ветошкин

Доктор экономических наук, профессор,
заведующий кафедрой техносферной безопасности СГУГиТ, Новосибирск
В. И. Татаренко

Кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института экономики
и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск
Л. К. Казанцева

Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры
управления бизнес-процессами СГУГиТ, Новосибирск
Н. В. Фадеенко

С26 Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр., 13–25 апреля
2015 г., Новосибирск : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие
Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеуст-
ройство, лесостроительство, управление недвижимостью» : сб. материалов
в 4 т. Т. 4. – Новосибирск : СГУГиТ, 2015. – 224 с.

ISBN 978-5-87693-817-6 (т. 4)

ISBN 978-5-87693-813-8

ISBN 978-5-87693-795-7

В сборнике опубликованы материалы XI Международного научного конгресса
«Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015», представленные на Международной научной конфе-
ренции «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природо-
пользования, землеустройство, лесостроительство, управление недвижимостью».

Печатается по решению редакционно-издательского совета СГУГиТ
Материалы публикуются в авторской редакции

УДК 332

ISBN 978-5-87693-817-6 (т. 4)

ISBN 978-5-87693-813-8

ISBN 978-5-87693-795-7

© СГУГиТ, 2015

Сборник включен в систему РИНЦ.

О РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОГРАММ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА

Владимир Алексеевич Соколов

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

Настасья Владимировна Соколова

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

Предлагается разработка региональных программ развития лесного комплекса, учитывающих многоцелевой характер лесопользования и необходимость интенсификации лесного хозяйства.

Ключевые слова: лесной комплекс, разработка региональных программ, биосферное использование лесов, интенсификация, региональные правила.

ON WORKING OUT OF REGIONAL PROGRAMS FOR THE FOREST SECTOR DEVELOPMENT

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 Use, 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 Use, tel. (391)249-46-35, e-mail: olgavt@ksc.krasn.ru

Nastasia V. Sokolova

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

Working out of regional programs for the forest sector development is proposed. Multipurpose principles of forest use and necessity of forestry intensification are considered.

Key words: forest sector, working out of regional programs, biosphere forest use, intensification, regional rules.

Одной из ключевых задач, стоящих перед лесной отраслью, является интенсификация использования и воспроизводства лесов. Учитывая уровень лесного хозяйства России, задачи воспроизводства лесных ресурсов и их рационального использования будут оставаться актуальными на ближайшую и среднесрочную перспективу.

В последние годы разработаны различные концепции и стратегии развития лесного сектора Российской Федерации и ее субъектов. К сожалению, эти документы по своей сути направлены на развитие лесопромышленного комплекса (ЛПК), т. е. древесиныпользование. Между тем, лесной сектор состоит из пяти основных взаимосвязанных блоков [1, 2]:

- 1) лесное хозяйство, обеспечивающее рациональное использование, охрану, защиту и воспроизводство лесов;
- 2) лесопромышленный комплекс;
- 3) промысловое использование лесов;
- 4) сельскохозяйственное использование лесов;
- 5) биосферное использование лесов.

Биосферное использование лесов всегда будет стоять на первом месте.

Все леса имеют многофункциональное значение, поэтому организация лесного хозяйства в современных условиях должна быть направлена прежде всего на многоцелевое лесопользование. Необходимо признать равнозначность функций леса, что повлечет за собой признание равнозначности режимов лесопользования. Поэтому эксплуатационный режим – такой же вид лесопользования, как водоохранный, запретный, рекреационный и др.

Оценки леса, исходящие только из учета древесины, приносят объективный вред лесному хозяйству, поскольку занижают ценность многих лесных участков, которые имеют большое экологическое и социальное значение.

Исходя из вышесказанного и должны разрабатываться стратегии и программы развития лесного комплекса, в том числе и на региональном уровне. Весьма актуальной является разработка программы развития лесного комплекса Красноярского края на период до 2030 г.

При этом необходимо решить проблему инерционного мышления и отсутствия прогнозных оценок развития лесной отрасли при переходе ее на инновационный, интенсивный путь ведения хозяйства.

Экономическая эффективность интенсивных форм хозяйства достигается в продуктивных лесах. В низкобонитетных лесах интенсификация хозяйства не дает необходимой отдачи.

С учетом того, что площади, пригодные для интенсивного лесовыращивания в Красноярском крае, по нашей экспертной оценке составляют около 5 млн. га, такая форма ведения лесного хозяйства может обеспечить в перспективе ежегодный объем лесозаготовок около 35 млн. м³ (не считая выбираемой части). Это может покрыть потребности лесной отрасли Красноярского края в лесозаготовках.

Лесной комплекс Красноярского края пока развивается по экстенсивному пути. Это обусловлено отчасти объективными экономическими причинами

и кажущимся избытком или, по крайней мере, отсутствием дефицита лесных ресурсов на настоящий момент времени, о чем свидетельствует динамика лесного фонда Красноярского края (таблица) [3].

Таблица

Динамика общей и покрытой лесом площади
в Красноярском регионе, тыс. га

Год учета лесного фонда	Общая площадь	в том числе покрытые лесом				
		итого	хвойные	в т. ч. спелые и перестойные	лиственные	в т. ч. спелые и перестойные
1961	145360,9	107154,8	87609,1	69613,2	18506,6	9981,8
1973	144940,6	108271,2	89615,9	70421,2	17648,1	9318,2
1988	161760,5	112355,4	93951,7	72552,7	17310,6	7876,8
1993	159759,5	103624,2	80929,6	54766,1	15778,0	7804,9
1998	159781,8	104639,9	81324,7	54179,2	16324,2	8003,5
2003	164636,6	106421,5	82353,0	53608,7	17025,1	8454,2
2007	155684,2	102046,6	79081,7	52402,8	15973,7	8311,3
2011	158711,4	104987,5	79897,1	52377,1	18085,6	8965,4
Изменения	13350,5	-2167,3	-7712,0	-17236,1	-42,1	-1061,4

Тем не менее, покрытая лесом площадь уменьшилась за 50 лет на 2,0 %, площадь спелых и перестойных насаждений хвойных пород – 8,8 %, общий запас древесины – на 12 %, а эксплуатационный запас древесины хвойных – на 35 %.

Интенсификация лесного сектора, включающая проведение рубок ухода, применение удобрений, использование в лесном хозяйстве достижений генетики и селекции в комплексе с организацией соответствующей системы охраны и защиты лесов, позволяет существенно повысить продуктивность лесов.

Очевидно, что интенсификация лесовыращивания должна сопровождаться развитием лесопромышленного комплекса, ориентированного на глубокую переработку древесины и использование ее низкотоварной части, получаемой в том числе и от рубок ухода, а также изменением законодательной базы в сторону стимуляции лесопользователей к ведению устойчивого лесопользования на экосистемной основе.

Это потребует значительных изменений в законодательстве, правовых, методологических, институциональных и технологических положениях. Основные первоочередные стратегические направления решения этой многоплановой проблемы в первом приближении включают:

- совершенствование законодательства в части регулирования лесных отношений; организации охраны и защиты лесов; совершенствование институциональной структуры управления; установление постоянных источников и порядка финансирования; внедрения работающих экономических механизмов; и др.;
- разработку и реализацию системы интенсивного лесовыращивания.

Система интенсивного лесовыращивания должна рассматриваться как составная часть устойчивого управления лесами, переход к которой целесообразно начать с разработки региональных классификаций лесов с учетом их ресурсного, социального и экологического значения. Необходимо дифференцировать плату за древесину по зонам лесопользования (категориям лесов), поскольку без этого невозможно стимулировать интенсивное лесовыращивание.

При разработке программы развития лесного комплекса Красноярского края до 2030 г. должны быть максимально учтены природно-экономические условия края по лесорастительным зонам и лесным районам, а также Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 г. и соответствующие стратегии развития лесопромышленного комплекса и лесного хозяйства на период до 2020 г.

В программе должны быть учтены все пять вышеуказанных блоков, составляющих лесной комплекс. В ее содержании следует учитывать основополагающие факторы:

основы организации устойчивого лесопользования (своевременность и достоверность данных о лесных ресурсах, их эколого-экономическая доступность и оценка, экономически доступные ежегодные расчетные лесосеки, возрасты и способы рубок, охрана окружающей среды, соблюдение требований лесной сертификации с учетом сохранения биоразнообразия, способы и технологии рубок, дорожное строительство и лесная инфраструктура, ревизия инвестиционных проектов на предмет соответствия лесосырьевым ресурсам, организация модельных лесов, организация хозяйства в кедровых лесах и др.);

разработка региональных правил использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов;

формы и методы частно-государственного партнерства в сфере использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, направленные на совершенствование организации устойчивого лесопользования;

повышение экономической эффективности лесного комплекса;

соблюдение интересов населения, прежде всего лесных поселков и общин.

На наш взгляд, следует разработать основные направления развития лесного комплекса Красноярского края на период до 2030 г. с привлечением ведущих квалифицированных региональных специалистов науки и практики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Соколов В. А. Основы управления лесами Сибири. – Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. – 308 с.
2. Соколов В. А. Перспективы развития лесного комплекса Сибири // Сиб. экол. журн. – 2008. – № 3. – С. 361–369.
3. Динамика лесов Красноярского края / О. П. Втюрина, В. М. Скудин, В. А. Соколов. – Красноярск: Дарма-печать, 2013. – 103 с.

© В. А. Соколов, О. П. Втюрина, Н. В. Соколова, 2015

АНАЛИЗ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ТУВЫ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Хулермаа Болат-ооловна Куулар

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, 667007, Россия, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117а, старший научный сотрудник, тел. (394)226-62-18, e-mail: kuular_kb@mail.ru

Светлана Болат-ооловна Хертек

Частное предприятие, частный предприниматель, тел. (394)226-62-18, e-mail: kher_k@mail.ru

В работе рассматриваются лесные пожары в республике в последние десятилетия. Изменение климата и повышенная антропогенная нагрузка обуславливают рост частоты пожаров и горимости лесов региона.

Ключевые слова: бореальные леса, изменение климата, антропогенное воздействие, гари.

ANALYSIS OF WILDFIRES IN TUVA WITH CLIMATE CHANGE

Khulermaa B. Kuular

FSBIS Tuvinian Institute for Exploration Natural Resources SB RAS, 667007, Russia, Kyzyl, 117a Internatsionalnaya, senior scientific researcher, tel. (394)226-62-18, e-mail: kuular_kb@mail.ru

Svetlana B. Khertek

Proprietary Company, entrepreneur, tel. (394)226-23-09, e-mail: kuular_kb@mail.ru

The paper considers forest fires in the Tyva Republic in recent years. Climate change and the increased anthropogenic stresses cause an increase in the frequency of wildfires in Tuva.

Key words: boreal forest, climate change, anthropogenic impact, burnt areas.

Республика Тыва – одна из наиболее уязвимых к изменению климата регионов, расположена на стыке двух биоклиматических зон. Горные леса региона формируются в условиях резко засушливого климата и сложного горного рельефа. Наихудший вариант отклика на повышение среднегодовой температуры на территории Тувы связан с увеличением количества и площади пожаров растительности в последние десятилетия.

По данным Тувинского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды в регионе среднегодовая температура воздуха в 1961–1990 гг. $-3,43^{\circ}\text{C}$. Наиболее потепление среднегодовой температуры воздуха происходит с 1975 г., в период 1977–2006 гг. среднегодовая температура воздуха $-2,35^{\circ}\text{C}$.

Для анализа уровня фактической горимости лесов региона использованы данные Государственного комитета лесного хозяйства Республики Тыва, ГАУ РТ «Авиалесоохрана», ИЛ СО РАН и космические снимки Landsat. По данным

в период 1959–2014 гг. на территории региона произошло 6974 пожаров растительности (рис. 1). На рис. 1 представлена зависимость количества и площади пожаров растительности от средней температуры пожароопасного сезона (апрель-октябрь). Видно, что с повышением температуры количество и площади пожаров увеличились.

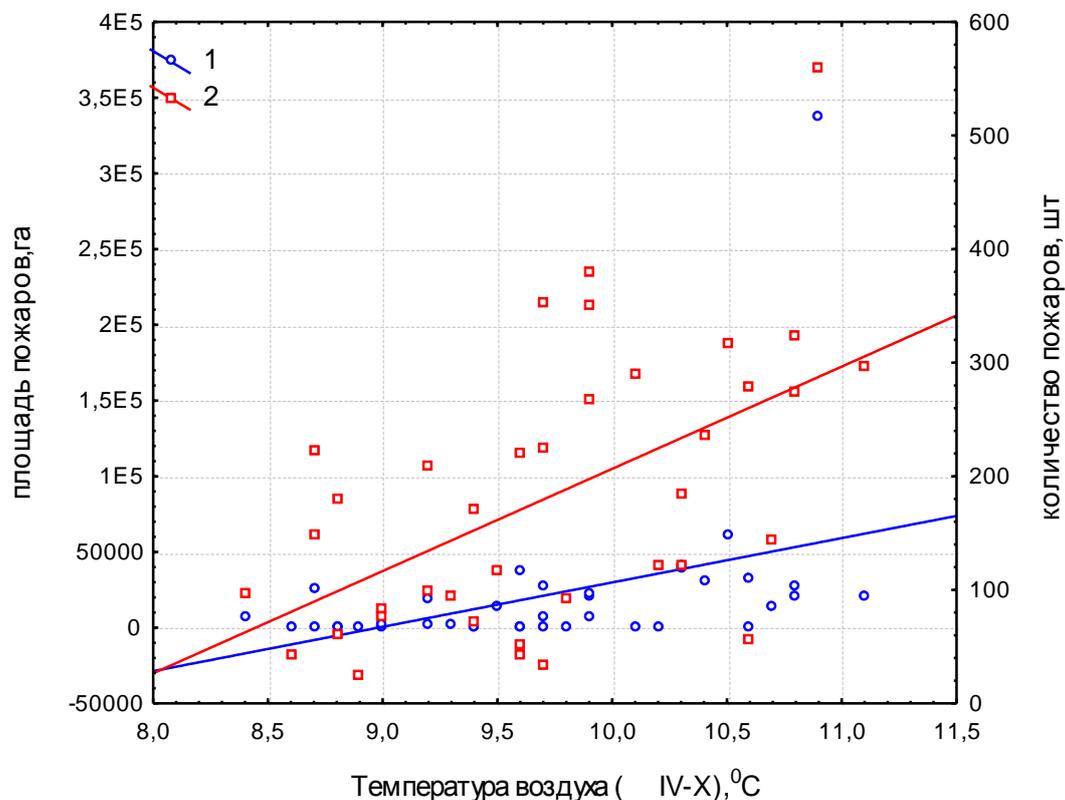


Рис. 1. Статистика пожаров в Туве в период 1959–2014 гг.:
1– площадь пожаров, га; 2–количество пожаров
(по данным Госкомлеса РТ)

Наиболее пожароопасными были 1980–1981, 1988–1990, 1996–2003 и 2011–2012 гг. когда было зарегистрировано более 4600 пожаров. Выделяются 8–9-летние и 4–5-летние циклы высокой горимости лесов (Куулар, Пономарев, 2011).

По статистике за период 1999–2014 гг. в регионе произошло 3555 пожаров на площади 431089 га на лесной площади, в среднем площадь одного пожара составила 165,5 га. Основным виновником лесных пожаров является человек. В среднем 63 % пожаров возникли по вине человека, 15 % от сухой грозы, 20% от сельскохозяйственных палов, 2% при не выясненных обстоятельствах в период 1999–2014 гг. (рис. 2).

Развитие спутниковых технологий дистанционного зондирования Земли позволило создание методов обработки данных, позволяющих проводить постоянные наблюдения труднодоступных территорий. Для проведения регионального

и локального мониторинга лесов снимки Landsat MSS/TM/ETM+/OLI-TIRS имеют подходящие качества с разрешением 60, 30,15 м и пространственным охватом 185 м. С 2011 г. на территории России начали проводить массовое уточнение площадей пройденных огнём (Барталёв и др., 2014).

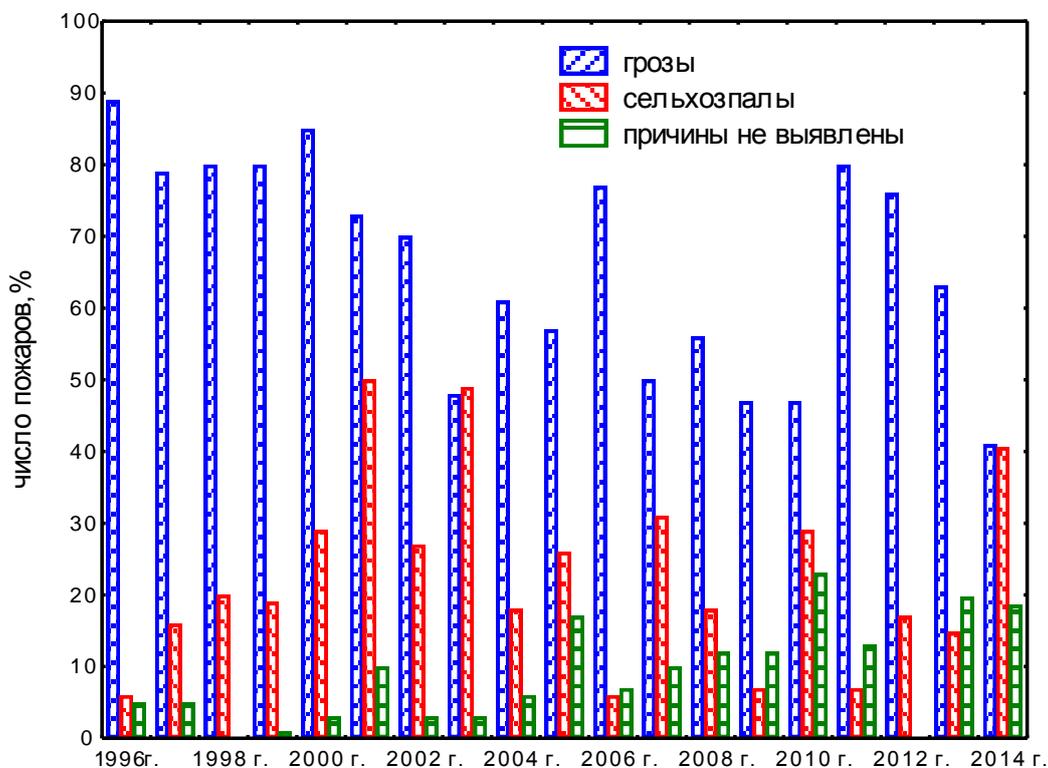


Рис. 2. Причины возникновения пожаров в регионе в 1999–2014 гг.:

- 1 – по вине населения, 2 – от сухой грозы, 3 – от сельхоз палов, 4 – причины не установлены

В результате анализа по архивным и современным снимкам Landsat на территории хребтов Уюкский и Западный Танну-Ола, сосновых боров Балгазынский и Шагонарский и нагорья Сангилен показали достаточно высокую точность оценок площадей, пройденных огнем. Выявлено, что увеличивается неблагоприятная тенденция, и чётко видно уменьшение лесистости. Совместное использование спектральных индексов (NDVI, NBR, SWVI) даёт возможность получения многолетних свойств наземной поверхности исследуемого территорий. В связи с изменением климата многочисленные лесные пожары причиняют значительные экологические и экономические ущербы лесному хозяйству региона. На исследуемых территориях площадь гарей увеличилась от 8 до 25 раз. Исследования с помощью космических снимков повышают эффективность обнаружения очагов пожаров, оценки пройденных огнём площадей и последствий пожаров труднодоступных территорий.

Приведенные данные свидетельствуют о негативном влиянии повышения температуры уязвимых горных лесов региона. Участвовавшие лесные пожары

из-за повышения весенней и осенней температуры с длительной засухой становятся основным источником повреждения южных бореальных лесов. Также на увеличение пожаров растительности большое влияние оказывают рост посещения населения лесов в пожароопасный сезон. Для своевременного получения информации о возникновении лесных пожаров необходимо усовершенствование системы мониторинга лесных пожаров региона. Необходимо внедрение специализированного спутникового сервиса с поступающей информацией о пожарах несколько раз в день поможет предотвратить увеличение пожаров растительности региона.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барталёв С.А., Лупян Е.А., Стыценко Ф.В., Панова О.Ю., Ефремов В.Ю. Экспресс картографирование повреждений лесов России пожарами по спутниковым данным Landsat // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – М.: ООО «ДоМира», 2014. – Т. 11. – № 1. – С. 9–20.

2. Куулар Х.Б., Пономарев Е.И. Пожары растительности в Республике Тыва // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – М.: ООО «ДоМира», 2011. – Т. 8. – № 1. – С. 111–117.

© *Х. Б. Куулар, С. Б. Хертек, 2015*

ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ СВЕРХЛЁГКОГО БПЛА SENSEFLY EBEE В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Галина Анатольевна Галецкая

ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1, кандидат сельскохозяйственных наук, инженер-таксатор, e-mail: schigal2008@rambler.ru

Михаил Владимирович Вьюнов

ООО НПК «Джи Пи Эс Ком», 109387, Россия, г. Москва, ул. Люблинская, 42, руководитель отдела обработки, тел. +7 495 232 2870, e-mail: mvv@gpcom.ru

Софья Владиславовна Железова

ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Научный центр точного земледелия, 127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: soferrum@mail.ru

Сергей Иванович Завалишин

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан агрономического факультета, тел. (385-2)62-84-23, e-mail: serg11zav@mail.ru

В докладе показаны возможности фотограмметрической обработки и спектрального анализа данных сверхлёгкого БПЛА SenseFly eBee (Швейцария) в сфере лесного хозяйства с применением сенсоров в различных диапазонах спектра.

Ключевые слова: аэрофотосъёмка, беспилотные летательные аппараты, фотограмметрия, топография, мультиспектральные данные ДЗЗ, тематическая обработка данных ДЗЗ, спектральный анализ данных ДЗЗ.

FACILITES OF PROCESSING AND ANALYSIS OF ULTRALIGHT UAV SENSEFLY EBEE DATA IN THE FIELD OF FORESTRY

Galina A. Galetskaya

Federal State Unitary Enterprise «Roslesinforг» «Zapsiblesproject», 630048, Russia, Novosibirsk, 137/1 Nemirovich-Danchenko St., candidate of agricultural sciences, forest cruiser engineer, e-mail: schigal2008@rambler.ru

Michael V. Vyunov

R&PC GPS COM Ltd., 109387, Russia, Moscow, 42 Lyublinskaya St., Head of Processing Department, tel. +7 495 232 2870, e-mail: mvv@gpcom.ru

Sofia V. Zhelezova

FGBOU VO Russian State Agrarian University, Scientific Center of Precision Agriculture, 127550, Russia, Moscow, 49 Timiryazevskaya St., Ph. D., Senior Scientific Researcher, e-mail: soferum@mail.ru

Sergei I. Zavalishin

FGBOU VO «Altai State Agrarian University», 656049, Russia, Barnaul, 98 pr. Krasnoarmeisky, candidate of agricultural sciences, professor, dean of the Faculty of Agriculture, tel. (385-2)62-84-23, e-mail: serg11zav@mail.ru

The possibilities of photogrammetric data processing and spectral analysis of ultra-light UAV SenseFly eBee (Switzerland) in the forestry investigations are shown. There were used sensors with RGB and NIR spectral bands.

Key words: aerial photography, unmanned aerial vehicles, photogrammetry, topography, multispectral ERS data, thematic processing of ERS data, spectral analysis of ERS data.

Аэрофотоснимки являются технической основой лесоустроительных работ. От их качества зависит достоверность изготавливаемой лесоустроительной документации.

В 1990-х годах произошло санкционированное высшим государственным органом управления лесным хозяйством страны снижение требовательности к качеству материалов аэрофотосъемки. Из-за недостаточности финансирования аэрофотосъемочных работ в некоторых случаях съемка производилась в масштабе 1:50000 с увеличением до масштаба 1:25000. Такие снимки не могли быть использованы для измерительного дешифрирования таксационных показателей (Ващук, 2010).

В настоящее время широко используются материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), одно из требований к которым – снижение стоимости получения информации о лесах и последующей обработки информации.

Для проведения тематической обработки необходимы исходные спектральные данные высокого разрешения (для космических аппаратов Landsat пространственное разрешение 30 м, для WorldView – не хуже 2 метров, для БПЛА SenseFly eBee – от 0,05 до 0,25 м в зависимости от высоты фотографирования). Для мониторинга катастрофических процессов (лесных пожаров, массовых вырубок и др.) космической съёмки достаточно, но для работы внутри таксационного выдела необходимы дополнительные приборы и трудозатраты.

Недостатком использования традиционных методов классификации космических снимков является зависимость спектральной яркости от различных факторов, связанных с условиями съемки: сезонность, состояние атмосферы, положение носителя, ориентация съемочной камеры, а также ее тип и характеристики. Это снижает достоверность дешифрирования и вызывает необходимость выявления и исследования других признаков, характеризующих свойства лесной растительности (Манович и др., 2013).

Аэрофотосъемка – для лесного хозяйства метод не новый. Выполнялось множество успешных работ, основанных на аэрофотосъемке (Данилин и др., 2013; Соболев, 2013), но главное ограничение по применению такого метода – высокая стоимость работ (только лётный час на самолете стоит от нескольких десятков до сотен тысяч рублей). Однако на сегодняшний день появился новый метод, который объединяет достоинства всех вышеперечисленных способов оценки и является наиболее доступным с финансовой точки зрения – аэрофотосъемка с беспилотного самолета.

Оперативность получения и обработки данных космической съёмки зачастую достигает месяца в связи с облачностью, дороговизной получения данных

по приоритетным программам и т.д., при этом стоимость работы с БПЛА состоит только из стоимости выезда сотрудника.

Преимущество сверхлёгких БПЛА заключается в том, что и взлёт, и посадка производятся непосредственно на объекте исследований. Лесное хозяйство характеризуется малыми открытыми площадями, зачастую отдалёнными от путей сообщения, что полностью исключает использование для запуска пусковых установок.

Цель работы: на модельном полигоне отработать способы автоматического определения таксационных показателей по отдельным деревьям и выделам внутри квартала в результате аэрофотосъёмки с помощью беспилотного аппарата.

Объекты и методы.

Исследования проводились в зимнее время в насаждениях смешанного породного состава.

Объект. В качестве тестовых полигонов был выбран участок, содержащий ландшафты колючей степи и ленточного бора Алтайского края.

Методы:

- автоматическая классификация отдельных крон по данным шести диапазонов спектра, подсчёт их количества, густоты и сомкнутости кроны,
- автоматическое определение высот по аэрофотоснимкам фотограмметрической засечкой,
- автоматическая сегментация изображения на выделы,
- определение высот деревьев стереофотограмметрическим путём,
- геопространственный анализ полученных материалов.

Предварительно была проведена таксация полигона согласно действующей Лесоустроительной инструкции, утвержденной приказом Рослесхоза от 12.12.2011 № 516.

Технические характеристики исполнения работ по беспилотной съёмке:

Носитель – БПЛА SenseFly eBee

Камеры – Canon S110 RGB и Canon S110 NIR

Фокусное расстояние 4.47 мм

Угол поля зрения 60°

Спектральные каналы:

450 нм – синий,

520 нм – зелёный,

550 нм – зелёный,

625 нм – красный,

650 нм – красный,

850 нм – ближний ИК.

Высота фотографирования – 300 метров

Пространственное разрешение – 10 см.

Съёмка производилась в 11-12 часов дня по местному времени.

Результаты и обсуждение.

Наиболее значимыми результатами обследования лесного участка являются:

- детальная трёхмерная модель местности, содержащая цвета в 6 диапазонах спектра (рис. 1),
- карта степени фотосинтетической активности (рис. 2),
- карта выделов (рис. 3),
- автоматическое выделение крон (рис. 4), подсчёт количества деревьев различных пород (рис. 5), их высот, определение сомкнутости и породного состава по выделам,
- анализ точности полученных результатов по материалам таксации.



Рис. 1. Трёхмерная модель местности

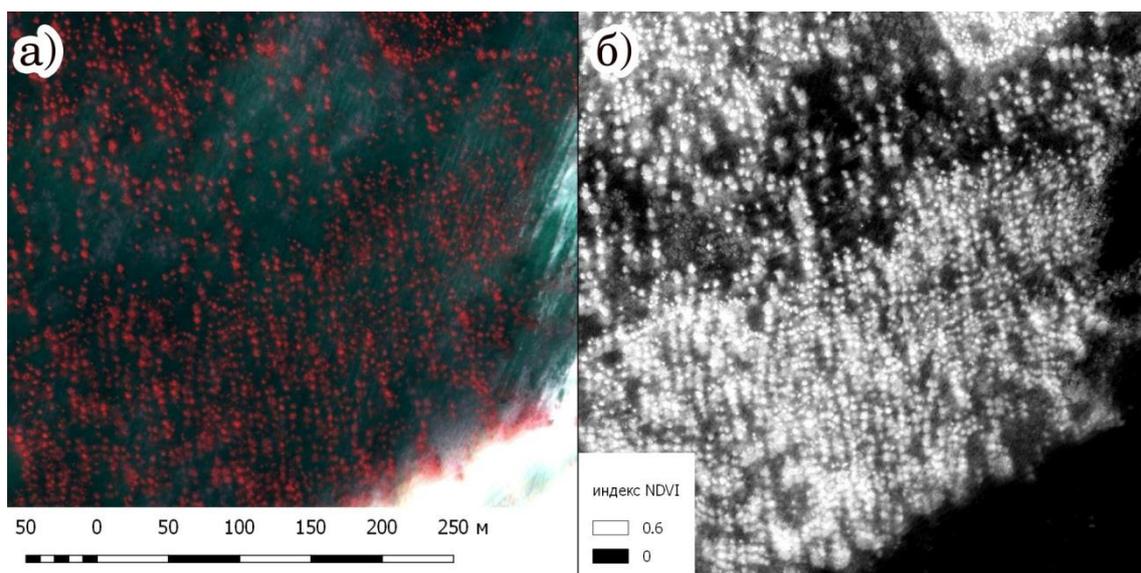


Рис. 2. Карта отражений в псевдоцветном отображении (а) и индексная карта NDVI (б)

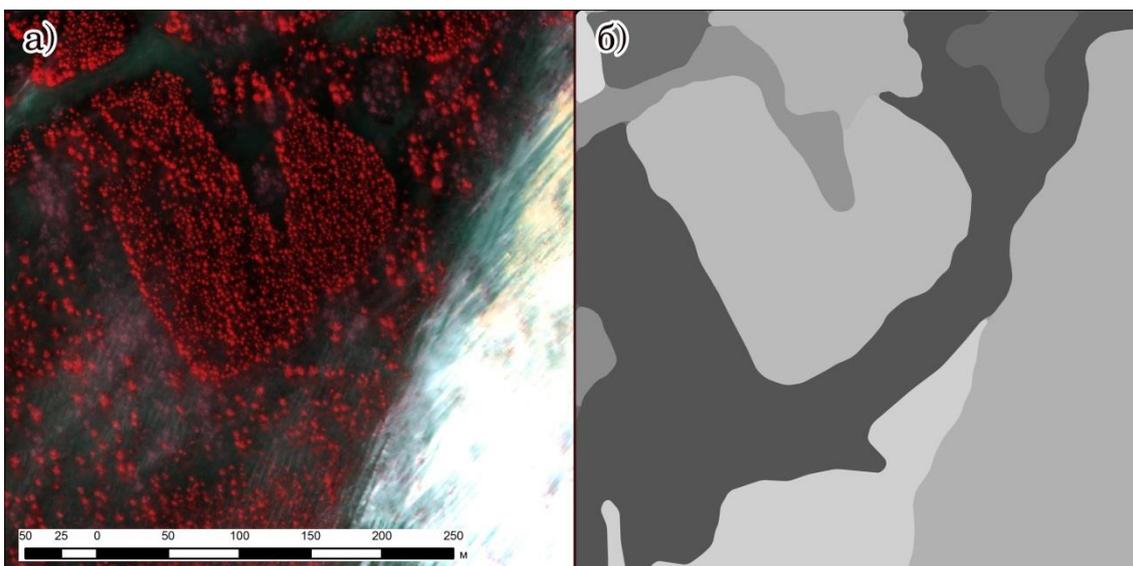


Рис. 3. Карта отражений в псевдоцветном отображении (а) и карта выделов, полученная по шести спектральным каналам (б)

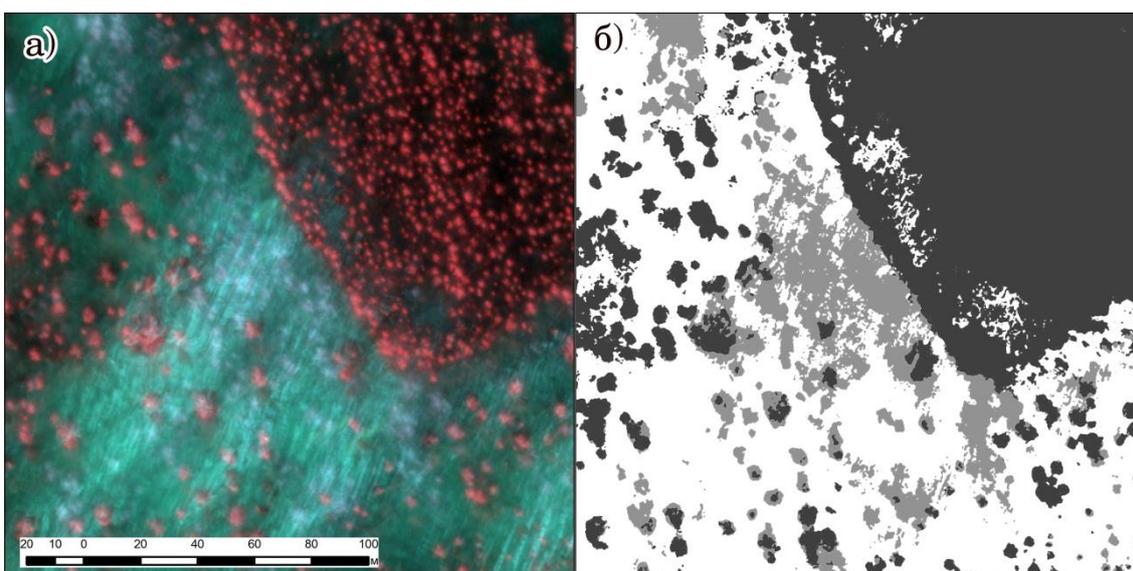


Рис. 4. Карта отражений в псевдоцветном отображении (а) и выделенные кроны различных пород. (б)

В процессе беспилотной съемки используются различные сенсоры. SenseFly eBee позволяет применять сенсоры, чувствительные в синем, зелёном, красном, дальнем красном, ближнем и среднем ИК диапазонах. В данном исследовании использовались 2 сенсора: работающий полностью в видимом диапазоне спектра (RGB) и чувствительного в зелёном, красном и ближнем ИК.

Для мониторинга лесов широко используют нормализованный вегетационный индекс (NDVI), данный показатель отображает влияние факторов окружающей среды на состояние растительности. Спутниковые методы не дают доста-

точного пространственного разрешения, а стоимость актуального спутникового снимка с высоким разрешением приближается к стоимости пилотируемой аэрофотосъемки. Дешифрирование таких снимков и обработка информации требует дополнительной обработки с применением дорогостоящих программ.

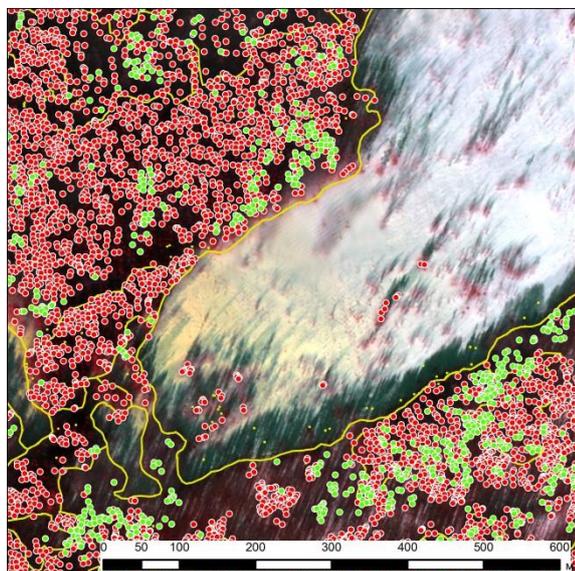


Рис. 5. Автоматически выделенные деревья

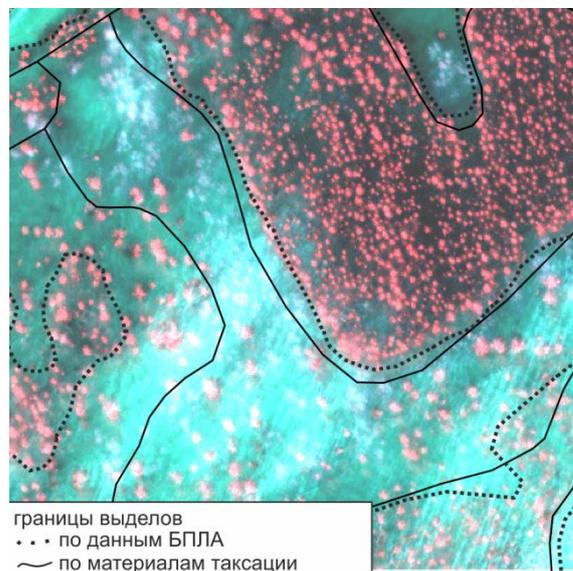


Рис. 6. Сопоставление границ выделов

При исследовании беспилотной съемки высокого разрешения возможно получить индексную карту, не используя никакого дополнительного программного обеспечения, кроме штатного.

Отклонения полученных данных обусловлены точностью данных БПЛА и точностью наземной таксации с применением космических снимков.

Точность фотограмметрической модели обусловлена качеством:

- внутреннего ориентирования снимков (достигается калибровкой),
- внешнего ориентирования снимков (погрешность бортового ГНСС оборудования (1-10 м),
- взаимного ориентирования снимков (1,5-2 разрешения на местности в плане, 2-3 – по высоте, в данном случае 15-20 см в плане и 20-30 см по высоте).

Оценкой точности полученных измерений является средняя квадратическая ошибка, которая определяется по формуле:

$$m = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i^2}$$

При этом Δ определяется как разность полученных данных с БПЛА и данных наземной таксации с применением спутниковых снимков. Важно понимать, что данная величина содержит все ошибки, присутствующие при измерении обоими методами.

Пример расчёта средней квадратической ошибки
определения средней высоты по выделам

№	По данным наземной таксации	По данным БПЛА	Δ	Δ^2
1	22	21.84	-1.16	1.35
2	17	17.38	-5.62	31.54
3	18	17.89	-7.11	50.52
4	22	22.23	-3.77	14.20
5	22	21.72	-1.28	1.63
6	19	18.96	-4.04	16.29
7	23	23.11	-1.89	3.56
8	22	21.84	-1.16	1.35
...				
58	27	24.86	-1.14	1.31
			Σ	657.68

$$m = \pm \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_i^2} = 4,4 \text{ м}$$

Из табл. 1 видно, что средняя высота древостоя по выделам определена с систематической ошибкой, что связано, во-первых, с высотой снежного покрова на момент обследования (более 1 м), во-вторых, отсутствием предварительной процедуры калибровки на высоту по эталонным объектам на местности и с другими источниками ошибок.

Отклонения высот древесного полога, определенных полностью в автоматическом режиме достигает 11 м, суммарная СКО всех источников ошибок, полученная путём непосредственного сравнения составляет 4,4 м, в то время как для ручных наземных измерений точность составляет 0,6 м.

Отклонения коэффициента породного состава достигают 25 %, СКО определения 9,8 %.

Корреляция границ выделов составляет 70 %, что связано с мелкоконтурностью изучаемого лесного массива и большей детальностью данных.

Определение диаметров стволов в данном исследовании дает большую погрешность и не оценивалось, так как пространственное разрешение съёмки БПЛА составляло 10 см.

Наиболее яркие преимущества съёмки с применением БПЛА проявляются в определении породного состава, сомкнутости древостоя, количества стволов

и в уточнении границ выделов. Наибольшая погрешность (достигающая 15-20 %) была выявлена при автоматическом определении высот деревьев, что в данном исследовании связано с систематической ошибкой, которую можно преодолеть путем проведения процедуры «обучения программы» на эталонных объектах. Для отработки методики достоверного определения высот деревьев требуются дополнительные испытания. Также требует доработки и верификации процедура определения некоторых параметров лиственных пород.

В целом, соответствие с результатами наземной таксации составило около 70 %.

С помощью беспилотной съемки обследована площадь 185 га, общее время полёта – 1 час без затрат на ГСМ. Обработка результатов в автоматическом режиме – 1 день.

Заключение.

Используя БПЛА eBee для съемки лесных массивов и обработки данных съемки с применением штатного программного обеспечения таксатор может в автоматизированном режиме строить карту вегетационных индексов с точностью 98 %, подсчитывать количество крон различных пород с точностью 90 %, строить границы выделов с точностью от 70 % и проводить по ним статистическую обработку данных. В режиме наземного обследования таксатор может определять высоты деревьев с точностью 15-30 см, дешифрировать различные явления и др., что является дополнением к обследованию с воздуха с применением БПЛА eBee.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ващук Л. Н. Заметки к дискуссии о путях выхода лесоустройства из кризиса // Лесная таксация и лесоустройство. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – Вып. 1 (43). – С. 94–102.
2. Манович В. Н., Гук А. П., Евстратова Л. Г. Методы дешифрирования многоспектральных аэрокосмических снимков при решении задач таксации лесов // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов и лесоустройство: материалы 3-й Междунар. научно-практич. конф.: Новосибирск 29 ноября – 1 декабря 2012 г. М.: ФГУП «Рослесинфорг», 2013. – С. 63–72.
3. Данилин А. И., Данилин И. М., Свищев Д. А. Совершенствование алгоритмов дешифрирования таксационных показателей лесных насаждений на основе данных лазерной и цифровой аэро- и космической съемки / А. И. Данилин, И. М. Данилин, Д. А. Свищев // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. выставка и науч. конгр.. – Новосибирск: СГГА, 2013. –Т.4. – С. 89–96.
4. Соболев К. Г. Аэросъемочный фотограмметрический комплекс Vision Map A3 – перспективы внедрения // Государственный лесной реестр, государственная инвентаризация лесов и лесоустройство: материалы 3-й Междунар. научно-практич. конф.: Новосибирск 29 ноября – 1 декабря 2012 г. М.: ФГУП «Рослесинфорг», 2013. – С. 179-183.

© Г. А. Галецкая, М. В. Вьюнов, С. В. Железова, С. И. Завалишин, 2015

ОРГАНИЗАЦИЯ МОНИТОРИНГА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Сергей Иванович Завалишин

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан агрономического факультета, тел. (385)262-84-23, e-mail: serg11zav.ru

Галина Анатольевна Галецкая

ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1, кандидат сельскохозяйственных наук, инженер-таксатор, e-mail: schigal2008@rambler.ru

Владимир Юрьевич Патрушев

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, экономист отдела материально-технического обеспечения

Александр Николаевич Починкин

ООО «КОРАЛ», Россия, Алтайский край, Угловский район, начальник участкового лесничества

Андрей Владимирович Орлов

ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», 656049, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, магистрант

Организована система мониторинга лесных земель в ленточных борах с целью изучения состояния почвенного покрова на местах ветровалов и лесных пожаров. Выявлены изменения в морфологии почв, физико-химических свойств, биологической активности, численности и группового состава микроорганизмов.

Ключевые слова: ленточные боры, лесные земли, мониторинг земель, ветровал, лесные пожары.

ORGANIZATION OF MONITORING OF SOIL COVER BELT BORAH ALTAI REGION

Sergei I. Zavalishin

FGBOU VO «Altai State Agrarian University», 656049, Russia, Barnaul, 98 pr. Krasnoarmeisky, candidate of agricultural sciences, professor, dean of the Faculty of Agriculture, tel. (385)262-84-23, e-mail: serg11zav@mail.ru

Galina A. Galetskaya

Federal State Unitary Enterprise «Roslesinform» «Zapsiblesproject», 630048, Russia, Novosibirsk, 137/1 Nemirovich-Danchenko St., candidate of agricultural sciences, forest cruiser engineer, e-mail: schigal2008@rambler.ru

Vladimir Ju. Patrushev

FGBOU VO «Altai State Agrarian University», 656049, Russia, Barnaul, 98 pr. Krasnoarmeisky, economist of logistics

Alexander N. Pochinkin

KORAL OOO (LLC), Russia, Altai Territory, Uglovsky District, Chief of District Forest Service

Andrey V. Orlov

FGBOU VO «Altai State Agrarian University», 656049, Russia, Barnaul, 98 pr. Krasnoarmeisky, undergraduate

A system of monitoring of forest land in the pine forests of the tape in order to study the state of soil in the field of forest fires and windfalls. The changes in the morphology of the soil, physical-chemical properties, biological activity, size and composition of the group of microorganisms.

Key words: Band forests, forest lands, land monitoring, windfall, wildfires.

Ленточные боры Алтайского края, занимают 1,1 млн. га и представляют собой уникальные природные комплексы, образующие в совокупности экологический каркас крупной территории (Грибанов, 1960). Экосистемы ленточных боров на рассматриваемой территории являются не только естественным стабилизатором экологически важных процессов, но и источником сырьевых древесных и недревесных ресурсов, играющих исключительно важную роль в экономической и социальной ситуациях почти двух десятков административных районов. Однако, на протяжении многих лет экономическую и экологическую роль ленточных боров снижают лесные пожары, бессистемные рубки, а также ветровал.

С целью изучения состояния почвенного покрова в местах крупных лесных пожаров и ветровалов, разработки мероприятий по восстановлению деградированных почв кафедрой почвоведения и агрохимии Алтайского государственного аграрного университета в ленточных борах Алтайского края был организован мониторинг лесных земель.

Цель работы - изучить влияние лесных пожаров и ветровалов на свойства дерново-подзолистых почв.

Предметом нашего исследования являются дерново-подзолистые почвы ленточных боров и изменения, происходящие в них в результате пожаров и вываливания деревьев, с последующим формированием особых биогеоценологических образований, так обычно и называемых – вывалы, ветровалы. При анализе ключевых участков применялась единая схема исследования.

В лесу (контроль);

На месте вывала деревьев (ветровал);

На месте пожара (гарь).

На мониторинговых площадках были заложены почвенные разрезы, по которым проводилось морфологическое описание и отобранные образцы на исследование физико-химических свойств (содержание гумуса, величину рН, гидролитическую кислотность, емкость поглощения) и биологическую активность почв.

Для определения микробиологических показателей анализировали средние почвенные образцы, отобранные на площадках и составленные путем смешива-

ния трех индивидуальных проб, отобранных послойно (0-5 и 5-10 см). Почвы хранили в высушенном состоянии в стерильных пергаментных пакетах (для количественного и качественного анализа микрофлоры) и в пластиковых контейнерах (для определения фитотоксической и биологической активности). Физико-химические свойства почвы изучались согласно методикам, апробированным в почвоведении (Аринушкина, 1962).

В 1997 и 2010 годах в Алтайском крае произошли крупные лесные пожары уникальных ленточных боров с образованием крупноплощадных гарей. В результате действия пожаров нарушается естественная динамика развития биогеоценозов и вносятся существенные изменения в свойства дерново-подзолистых почв в пирогенный и постпирогенный периоды. Кроме того они коренным образом влияют на биологические, морфологические и физико-химические свойства почв. И как следствие изменение свойств почв.

Влиянию лесных пожаров на почвы посвящено значительное количество работ (Ремезов, Погребняк, 1965; Чевычелов, 1997; Ишутин, Трофимов, 2000 и др.). Проведенные исследования показывают, что пожары определенным образом влияют на те или иные свойства почвенного покрова. Под действием огня увеличивается плотность, снижается порозность, влагоемкость, водопроницаемость суглинистых почв. Влияние лесных пожаров на свойства дерново-подзолистых, песчаных и супесчаных почв ленточных боров Алтайского края до настоящего времени полностью не изучено.

Исследования показали, что в результате пожара изменяются морфологические признаки почв. Больше всего пирогенному воздействию подвергается верхний горизонт A_0 . На горях этот горизонт представлен золой и имеет меньшую мощность по сравнению с контрольным участком.

В A_0 за 3 года отмечается увеличение мощности на 1,5 см. Это указывает на то, что в год восстановление мощности происходит на 0,5 см. Неплохая тенденция, так как если восстановление продолжится с той же скоростью полное восстановление по сравнению с контролем произойдет через 19 лет.

Наибольшее воздействие в результате пожара испытывает верхний гумусовый горизонт и подстилка, прогорание которых приводит к минерализации органического вещества. Существенным отрицательным последствием является выгорание гумусовых веществ (Сорокин, 1983).

Пожары также влияют на реакцию среды. Как показывают проведенные исследования, пожары влияют не только на жидкую (изменение реакции почвенного раствора), но и на твердую фазу почв (изменение потенциальной кислотности). Отмечена тенденция к изменению актуальной и потенциальной кислотности в щелочную сторону. Вместе с этим, значительные изменения претерпевает и почвенный поглощающий комплекс. Емкость обмена почв обуславливает наличие органических и минеральных коллоидов. В почвах легкого гранулометрического состава содержание последних обычно невелико и почти вся ответственность за поглощательную способность лежит на органических мелкодисперсных фракциях и определяется их количеством (Горбачев, Дмитриенко,

Попова и др., 1982). Выгорание органических веществ в результате пожара вызывает снижение емкости обмена.

Отмечена тенденция на увеличение суммы обменных оснований и снижение гидролитической кислотности. Выявлено изменение кислотности в щелочную сторону. Что говорит о поступлении Са в почвенный поглощающий комплекс с золой.

Широкое распространение и длительное сохранение вывалов в современных зрелых лесах, сильная контрастность внутри самих ветровальных почвенных комплексах и в сравнении с окружающим фоном позволяют предположить значимую роль ветровала в формировании и развитии дерново-подзолистых почв (Васенев, Таргульян, 1995).

Ветровальные нарушения создают особую пространственно-временную самоподдерживающуюся пестроту почвенного покрова, причем картина эта меняется вслед за изменением сукцессионного состояния отдельных парцелл биогеоценоза (Басевич, Дмитриев, 1979).

В результате ветровала происходит нарушение, а местами и полное уничтожение почвенного покрова (Завалишин, Патрушев, 2014). Формируются ветровальные бугры и выемки. В местах вывала почвообразовательный процесс начинается заново. Влияние ветровалов на свойства дерново-подзолистых, песчаных и супесчаных почв ленточных боров Алтайского края до настоящего времени недостаточно изучено.

Проведенные исследования показали, что в результате ветровала изменяются морфологические признаки почв. Отмечается полное уничтожение при вывале дерева и отсутствие горизонтов A_0 и A_1 , частично нарушается и горизонт A_2 .

Почвы в момент выворота практически мгновенно лишаются верхней части своего профиля. В результате обнажается и подставляется наиболее активному поверхностному почвообразованию материал внутрипочвенных горизонтов обычно элювиальных, но возможно иллювиальных.

Коренное отличие почв на месте, которых находится вывал от исходных фоновых почв заключается в отсутствии сформированного органогенного горизонта - основы функционирования фитоценоза и подповерхностных органо-минеральных и минеральных горизонтов.

При полном сдирании в результате ветровала элювиальных горизонтов почвы теряют четкие профильные признаки. В этом случае они состоят просто из переходного элювиально-иллювиального горизонта и серии иллювиальных горизонтов. При вывороте корневой системы дерева образуются своеобразные «земляные стены».

Минеральная часть содранного пласта в основном состоит из материала гумусово-элювиальных и элювиальных горизонтов A_1 , A_2 , иногда может включать и небольшие фрагменты горизонта В.

Нарушение почвенного покрова изменяет свойства почвы, которые усугубляют условия возобновления леса (табл. 1).

Изменение физико-химических свойств почв
в результате ветровала

Горизонт	Контроль					Ветровал				
	pH _в	pH _с	Гумус, %	Свойства ППК		pH _в	pH _с	Гумус, %	Свойства ППК	
				S	Hг				S	Hг
A ₀	5,1	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-
A ₁	5,4	4,6	1,8	1,65	1,05	-	-	-	-	-
A ₂	5,1	4,3	0,7	0,92	1,25	5,2	4,3	0,9	1,05	1,20
B	5,2	4,5	0,7	1,05	0,95	5,2	4,5	0,7	1,07	1,00
BC	5,1	4,3	0,5	0,69	1,75	5,1	4,2	0,5	0,70	1,77

Изменение кислотности в горизонте A₂ может происходить за счет минерализации растительных остатков. Увеличение содержания гумуса в этом же горизонте обусловлено усилением процессов гумусонакопления в результате трансформации органического вещества поступающего на поверхность почвы, а также в связи с пространственной неоднородностью почвы.

Результаты исследования показали, что ветровал вызывает глубокие трансформации почвенного материала, происходит изменение морфологии и строения почвенного профиля, физико-химических свойств.

Таким образом организация системы мониторинга лесных земель позволяет получать оперативную информацию о состоянии почвенного покрова в местах ветровала и лесных пожаров, изменении свойств почв, степени их деградации, и скорости восстановительных процессов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: Изд-во МГУ, 1962. – 491с.
2. Горбачев В.Н., Дмитриенко В.К., Попова Э.П., Сорокин Н.Д. Почвенно-экологические исследования в лесных биогеоценозах. – Новосибирск.- Наука, Сибирское отделение, 1982. – 184 с.
3. Грибанов, Л.Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана / Л.Н. Грибанов. - М.: Л. : Гослесбумиздат, 1960. – 156 с.
4. Васенёв И.И., Таргульян В.О. Ветровал и таежное почвообразование (режимы, процессы, морфогенез почвенных сукцессий) – М.: Наука, 1995. 247 с.
5. Завалишин С.И., Патрушев В.Ю. Изменения морфологии дерново-подзолистых почв ленточных боров Алтайского края в результате ветровала. - Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. - Москва, 2014.- № 1 (100). – С. 161-164.
6. Ишутин Я.Н., Трофимов И.Т. Влияние лесных пожаров на дерново-подзолистые почвы ленточных боров./ Почвенно-агрономические проблемы Западной Сибири. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 200. – С. 137-143.
7. Ремезов Н.П., Погребняк П.С. Лесное почвоведение. — М.: Лесная промышленность, 1965. – 323 с.

8. Сорокин Н.Д. Влияние лесных пожаров на биологическую активность почв // Лесоведение. – 1983. – №4. – С .24-28.

9. Чевычелов А.П. Пирогенез и зональное таежное континентальное автоморфное почвообразование на Северо-Востоке Азии (на примере Южной Якутии): Автореф. дис. д.б.н., Новосибирск, Ин-т почвоведения и агрохимии СО РАН, 1997. – 33 с.

© *С. И. Завалишин, Г. А. Галецкая, В. Ю. Патрушев,
А. Н. Починкин, А. В. Орлов, 2015*

КЛИМАТОГЕННАЯ И АНТРОПОГЕННАЯ ДИНАМИКА БАЛГАЗЫНСКОГО БОРА

Хулермаа Болат-ооловна Куулар

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, 667007, Россия, г. Кызыл, ул. Интернационального, 117а, старший научный сотрудник, тел. (394)226-62-18, e-mail: kuular_kb@mail.ru

Шенне Александровна Намзын

Государственный комитет лесного хозяйства Республики Тыва, 667000, Россия, г. Кызыл, ул. Калинина, 1б, заместитель председателя, тел. (394)226-23-09, e-mail: namzyn@les.tuva

В работе рассматривается анализ пространственно-временной динамики Балгазынского соснового бора. Изменение климата и повышенная антропогенная нагрузка обуславливают рост частоты пожаров и горимости бора. Приведены изменения территории бора в период 1974–2014 гг. по данным Landsat.

Ключевые слова: сосновый бор, изменение климата, гари, космические снимки.

CLIMATOLOGY AND ANTHROPOGENY DYNAMICS OF BALGAZYN RIBBON PINE FOREST

Khulermaa B. Kuular

FSBIS Tuvinian Institute for Exploration Natural Resources SB RAS, 667007, Russia, Kyzyl, 117a Internatsionalnaya, senior scientific researcher, tel. (394)226-62-18, e-mail: kuular_kb@mail.ru

Shenne A. Namzyn

State Forestry Committee Republic of Tyva, 667000, Russia, Kyzyl, 1b Kalinina, vice-chairman, tel. (394)226-23-09, e-mail: namzyn@les.tuva

The paper describes the dynamics of wildfires in the period 1988–2013 of the Balgazyn pine forest. According by Landsat data over 2 thousand hectares were burnt. And on base of “Global Forest Watch” it was counted the burnt area.

Key words: ribbon pine forest, climate change, burnt areas, remote sensing.

В последние десятилетия характерной особенностью, свойственной Балгазынскому сосновому бору является высокая горимость. В результате пожары стали основной причиной уничтожения ~ 70% реликтового соснового бора. Балгазынский сосновый бор расположен в южной части Республики Тыва на хребте Сыргалыг-Тайга между 51°12'02" северной широты и 95°11'26" восточной долготы. Климат резко континентальный, среднегодовая температура -3°C. Наибольшие увеличение температуры характерно для весенних и осенних сезонов.

Сосновые боры региона изучаются с 1960-х гг. (Шиманюк, 1962; Сунцов, 1984; Марцинковский, 1996 и др.). В настоящее время исследования ведутся по следующим направлениям: почвы (Сизина, 2011), пожары (Буряк и др., 2011),

генетические особенности сосны (Тихонова, 2012; Машкина и др., 2012, естественное восстановление бора (Мурзакматов, Буренина, 2013), палеоботаническое исследование (Кошкарров и др., 2013), Милютин и др., 2013) и др.

Территория бора относится к Северо-Таннуольскому округу перистепных лиственничных и горно-таёжных лиственничных и кедровых лесов, Алтае-Тувинско-Хангайской котловинно-горной лесорастительной провинции горных степей и лиственничных лесов, Центрально-Азиатской котловинно-горной лесорастительной области (Типы лесов..., 1980). Преобладающими типами леса в сосновых насаждениях являются редкотравно-злаковый, зелёномошно-разнотравный, злаково-карагановый. Сомкнутый (0,7) сосновый древостой имеет небольшую примесь лиственницы (9С1Л) (Мурзакматов, Буренина, 2013). Производительность его оценивается III–IV классом бонитета и деревья сосны в возрасте от 50–170 лет (наибольший возраст 250–280 лет) характеризуются диаметром 28–48 см и средней высотой 20 м. С учётом классов природной пожарной опасности и относительной горимости лесов территория бора относится к III классу пожарной опасности.

Процесс динамики бора успешно прослеживается на космических снимках Landsat TM/ETM+/OLI-TIRS, сделанных с интервалом в несколько лет. Использование спектральных вегетационных индексов NDVI, NBR дают возможность получения многолетней динамики соснового бора.

Использовались снимки 18.02.1974 (Landsat TM) и 17.04.2014 (Landsat LDCM) с разрешением 30 м. Обработка спутниковых изображений проводилась с использованием программы ERDAS IMAGINE 9.2. На рис. 1 приведены территория бора по топокарте за 1981 г. (а), результаты обработки снимка за 17.04.2014 (б). Повреждения пожарами бора с 1988 по 2014 г. увеличились в 8 раз и почти 70% территории бора пройдено пожарами.



Рис. 1. Балгазынский бор (1984 – 20014 гг.):
а – по топокарте за 1981г., б – по снимку за 17.04.2014

Учащение частоты засух связано с началом потепления климата. Засушливые годы 1989, 1996, 2002 и 2007 гг. отличились экстремально большими масштабами повреждений, когда пожарами уничтожена почти половина соснового

бора. Например, в 1989 г. самые положительные аномалии температуры воздуха были зарегистрированы в октябре и апреле, отклонение от нормы составило +2,4 и +2,1°C. Также в августе и мае положительные аномалии среднемесячной температуры — 1,5 и 1,4°C. Среднегодовая температура составила -1°C, при норме -2°C.

На фоне роста пожароопасности лесов особенно высока значимость антропогенного фактора в возникновении пожаров. В 1980-ые годы с введением сельхоз отжигов в практику, в 1990 гг. с началом рыночной экономики.

Высокая природная и погодная пожарная опасность, свойственная бору, и население обуславливают чрезвычайную степень горимости и высокую частоту пожаров. Нарастающая нарушенность массивов бора усиливает этот процесс. Изменение климатических условий, усиление засух, сложность лесовосстановления на участках крупных гарей, повторное прогорание вырубок и гарей способствует остепнению крупных участков гарей (Буряк и др., 2011).

Т.о, угнетённое состояние реликтового Балгазынского бора связано с такими крайне сложными пожарными факторами: продолжительная засуха, аномально высокая температура воздуха, уменьшение возможностей органов пожарной охраны леса, неправильное лесопользование, изменение социально-экономических условий, рост посещаемости населения в пожароопасный период. Они стали благоприятными условиями возникновения и распространения лесных пожаров на территории реликтового Балгазынского бора. Применение дистанционных методов позволило создать полную картину состояния соснового бора с 1974 по 2014. Восстановительные работы проводятся весной и осенью с 2008 г. посадкой на площади 220 га, по космическим снимкам выявлено зарастание саженцев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Буряк Л.В., Сухинин А.И., Каленская О.П., Пономарев Е.И. Последствия пожаров в ленточных борах юга Сибири // Сибирский экологический журнал. 2011. Т.3. С. 331–339.
2. Кошкарлов А.Д., Фабер С.К., Кошарова В.Л., Буренина Т.А. Мурзакматов Р.Т., Мурзакматова А.Р. История развития Балгазынского бора (Республики Тыва) как пример мониторинга эколого-фитоценотической биоиндикации состояния лесов // Биоразнообразие Алтае-Саянского экорегиона: изучение и сохранение в системе ООПТ: материалы межрег. науч.-пр. конф., Кызыл, 27–1 июля 2013 г. Кызыл: ООО «ТываПолиграф», 2013. С. 61–67.
3. Машкина О.С., Тихонова И.В., Муратова Е.Н., Мурая Л.С. Цитогенетические особенности семенного потомства карликовых сосен на юге Восточной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. XXX, N 1–2. С. 127–135.
4. Милютин Л.И., Новикова Т.Н., Тараканов В.В., Тихонова И.В. Сосна степных и лесостепных боров Сибири. Новосибирск: Изд-во Гео, 2013. 144 с.
5. Мурзакматов Р.Т., Буренина Т.А. Анализ естественного возобновления сосновых реликтовых лесов (Балгазына и Шагонара) в Туве // Биоразнообразие Алтае-Саянского экорегиона: изучение и сохранение в системе ООПТ: материалы межрег. науч.-пр. конф., Кызыл, 27–1 июля 2013 г. Кызыл: ООО «ТываПолиграф», 2013. С. 75–87.
6. Сизина А.Ф. О пирогенном воздействии на почвы Балгазынского бора Республики Тыва // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: сб. ст. по материалам все-

рос. науч.-практ. конф., Красноярск , 20–21 окт. 2011. Красноярск: СибГТУ, 2011. Т.1. С. 20–23.

7. Сунцов А.В. Цитогенетика и эмбриология сосны обыкновенной в изолированных популяциях Центральной Тувы: автореф. дис... канд. биолог. наук. Красноярск, 1984.

8. Типы лесов гор Южной Сибири / Под ред. В. Н. Смагина, С. А. Ильинской, Д. И. Назимовой, И. Ф. Новосельцевой, Ю. с. Чередниковой. – Новосибирск: Наука, 1980. 336 с.

9. Тихонова И.В., Корец М.А., Мухортова Л.В. Карты почвенных ареалов лесообразующих видов хвойных как один из примеров использования ГИС-технологий в лесном хозяйстве Сибири // Лесное хозяйство. 2012. N 4. С. 27–28.

© *Х. Б. Куулар, Ш. А. Намзын, 2015*

АНАЛИЗ ШАГОНАРСКОГО БОРА ПО КОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ LANDSAT (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

Хулермаа Болат-ооловна Куулар

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, 667007, Россия, г. Кызыл, ул. Интернациональная, 117а, старший научный сотрудник, тел. (394)226-62-18, e-mail: kuular_kb@mail.ru

Чейнеш Александровна Балчыр

Государственный комитет лесного хозяйства Республики Тыва, 667000, Россия, г. Кызыл, ул. Калинина, 1б, специалист, тел. (394)226-19-18, e-mail: cheynesh_82@mail.ru

В работе рассмотрена динамика Шагонарского островного бора по космическим снимкам Landsat TM/ETM+/OLI-TIRS. Выявлено, что в результате пожаров уничтожен основной сосновый остров бора.

Ключевые слова: островной бор, космические снимки, повышение температуры, сокращение площади.

ANALYSIS OF SHAGONAR PINE FOREST BY REMOTE SENSING LANDSAT, REPUBLIC TYVA

Khulermaa B. Kuular

FSBIS Tuvinian Institute for Exploration Natural Resources SB RAS, 667007, Russia, Kyzyl, 117a Internatsionalnaya, senior scientific researcher, tel. (394)226-62-18, e-mail: kuular_kb@mail.ru

Cheinesh A. Balchyr

State Forestry Committee Republic of Tyva, 667000, Russia, Kyzyl, 1b Kalinina, employee of forestry, tel. (394)226-19-18, e-mail: cheynesh_82@mail.ru

The paper describes the dynamics of the Shagonar pine forest on Landsat imagery TM/ETM+/OLI-TIRS. It is revealed that as a result of wildfires destroyed the main pine islands of the Shagonar pine forest.

Key words: pine forest outlier, remote sensing, temperature increase, reducing forest area.

Проблема лесных пожаров и деградация лесов от них в последние десятилетия – одна из самых острых в регионе. На общий рост количества пожаров основное влияние оказывает возросшее антропогенное воздействие на леса. А погодно-климатические факторы определяют характер и последствия пожаров. Высокая пожарная опасность сосняков Тувы связана с их местопроизрастанием в степи, и их горимость особенно высока весной и осенью.

Шагонарский островной бор представляет массив, состоящий из одного большого острова с направлением на юго-восток и из более десятка маленьких островных массивов (рис. 1). Основной остров носит название Калбак-Хады и площадь составляет 566,5 га. Расположен бор на горе Куу-Даг (1255 м н.у.м.) на древних эоловых песках Географические координаты бора 51°31'22" с.ш.

и $93^{\circ}12'31''$ в.д., $51^{\circ}29'37''$ с.ш. и $93^{\circ}19'29''$ в.д. в 120 км от Балгазынского ленточного бора.

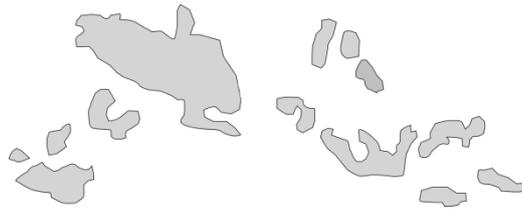


Рис. 1. Шагонарский бор (по картосхеме лесов (1984 г.))

По данным метеостанции Кызыл, которая расположена ~ в 80 км от Шагонарского бора, среднегодовая температура $-2,7^{\circ}\text{C}$ (1961–1990 гг.). Зима продолжительная и холодная: средняя температура января — $-30,4^{\circ}\text{C}$. Лето умеренно тёплое: средняя температура июля $19,5^{\circ}\text{C}$. Годовое количество осадков составляет 220 мм, большая часть выпадает в июле–августе (80%). В период 1976–2006 гг. наблюдалось повышение средней годовой температуры от нормы на $1,2^{\circ}\text{C}$.

Территория Шагонарского островного бора относится к Улуг-Хемскому котловинно-степному округу островных сосновых боров, Центрально-Азиатской котловинно-горной лесорастительной области (Типы..., 1980). Преобладающими типами леса в сосновых насаждениях являются редкотравно-осочковые, разнотравные, крупнотравно-осочковые (Мурзакматов, Буренина, 2013).

Для оценки состояния Шагонарского островного бора использовались космические снимки 04.10.2002 (Landsat TM) и 02.09.2014 (OLI-TIRS) с разрешением 30 м. Обработка космоснимков проводилась с использованием программы ERDAS IMAGINE 9.2.

Методика выявления гарей состояла из следующих этапов: отбор космоснимков из архива, предварительная обработка, расчет вегетационного индекса NDVI (нормализованного вегетационного индекса) и классификация (Isodata).

На рис. 2 приведены результаты обработки NDVI на даты съёмки 04.10.2002 и 02.09.2014. Чёрным тонам соответствуют участки после пожаров.

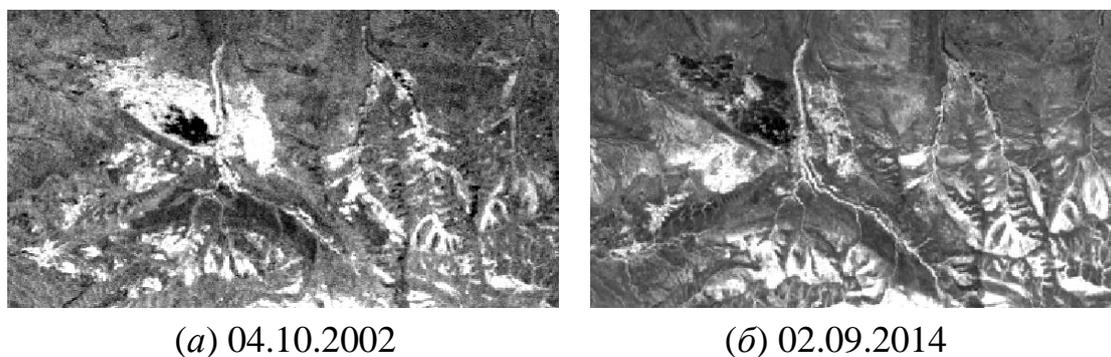


Рис. 2. Изображения вегетационного индекса NDVI Шагонарского бора

На рис. 3 приведены результаты классификации (Isodata) космических снимков на даты съёмки 19.06.1977, 12.09.1991, 04.10.2002, и 02.09.2014. На снимке за 12.09.1991 площадь живых сосен составила 601 га; 19.06.1977 — 515,3 га; за 04.10.2002 — 480 га, площадь гарей — 36 га; 02.09.2014 — 324 га, из них 110 га взрослые сосны, гарей — 202,63га площадь. Анализ динамики бора за исследуемый период позволяет сделать вывод о сокращении площади реликтового островного бора почти в 2 раза.

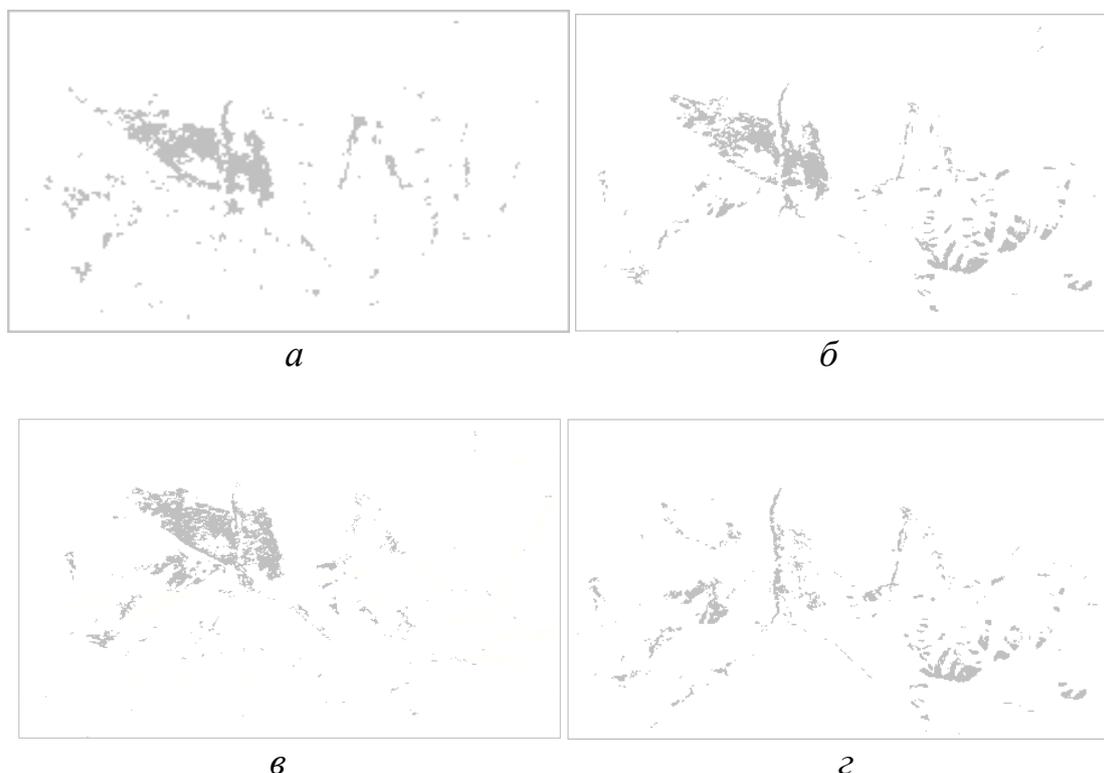


Рис. 3. Изображения Шагонарского бора в результате классификации:
а – 19.06.1977, *б* – 12.09.1991, *в* – 04.10.2002, *г* – 02.09.2014

Таким образом, оценка состояния Шагонарского бора проведена на основе составления карт по космическим снимкам Landsat и отражают степень трансформации реликтового бора в результате пожаров. Восстановление Шагонарского соснового бора признано в качестве одного из приоритетных направлений Госкомлеса РТ. С 2008 г. проводятся посадки саженцев весной, но из-за длительной засухи после посадки саженцы плохо приживаются. И восстановление бора идет очень медленно.

Главным виновником возникновения пожаров является человек. Благоприятствующими условиями становятся погодно-климатические факторы. А причинами несвоевременного обнаружения пожаров и их ликвидации являются сокращение облета в период высокой пожароопасности дефицит и финансирования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мурзакматов Р. Т., Буренина Т. А. Анализ естественного возобновления сосновых реликтовых лесов (Балгазына и Шагонара) в Туве // Биоразнообразии Алтае-Саянского эко-региона: изучение и сохранение в системе ООПТ: материалы межрег. науч.-пр. конф., Кызыл, 27–1 июля 2013 г. Кызыл: ООО «ТываПолиграф», 2013. С. 75–87.

2. Типы лесов гор Южной Сибири / Под ред. В. Н. Смагина, С. А. Ильинской, Д. И. Назимовой, И. Ф. Новосельцевой, Ю. с. Чередниковой. – Новосибирск: Наука, 1980. 336 с.

© *Х. Б. Куулар, Ч. А. Балчыр, 2015*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОЗОНАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ ДЛЯ ДЕШИФРИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Юлия Владимировна Никитина

Западно-Сибирский филиал ФГУП «Рослесинфорг», 630048, Россия, г. Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, 137/1, кандидат технических наук, начальник отдела дистанционного мониторинга, тел. (383)314-28-08, e-mail: zapsib@lesgis.ru

Вячеслав Николаевич Никитин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры физической геодезии и дистанционного зондирования, тел. (913)712-37-50, e-mail: vslav.nikitin@gmail.com

В статье рассматривается существующая технология проведения дистанционного мониторинга использования лесов в филиале ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект». Описаны особенности использования многозональных космических и аэроснимков высокого разрешения для целей инвентаризации лесов. Предлагается способ автоматизированного определения таксационных характеристик лесных выделов путём индивидуального учёта древесных насаждений.

Ключевые слова: дистанционный мониторинг использования лесов, космические и аэроснимки высокого разрешения, классификация, индивидуальный учёт древесных насаждений.

APPLICATION OF MULTIZONE HIGH-RESOLUTION SATELLITE IMAGES FOR FOREST TERRITORIES INTERPRETATION

Julia V. Nikitina

West Siberian Branch of Federal State Unitary Enterprise «Roslesinforg», 630048, Russia, Novosibirsk, 137/1 Nemirovicha-Danchenko St., Ph. D., Head of the Remote Monitoring Department, tel. (383)314-28-08, e-mail: zapsib@lesgis.ru

Vyacheslav N. Nikitin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof. of department of physical geodesy and remote sensing, tel. (913)712-37-50, e-mail: vslav.nikitin@gmail.com

Current technique for remote monitoring of forests conducted by Zapsiblesproject (branch of Roslesinforg) is considered. The features of multizone high-resolution satellite images and aerial photographs applied for forest inventory are described. The technique for automated inventory of forest lands by individual trees plantations records is offered.

Key words: remote monitoring of land management, high-resolution satellite images and aerial photographs, classification, individual record of trees plantations.

В филиале ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект» мониторинг лесов и использования земель лесного фонда с применением космических снимков проводится последние несколько лет [1, 2]. Объектами дистанционного мони-

торинга являлись лесничества Алтайского края, Республики Алтай, Кемеровской, Новосибирской, Омской, Свердловской, Томской, Тюменской областей, Ханты-Мансийского автономного округа-Югры, Ямало-Ненецкого автономного округа. В 2014 г. работы по дистанционному мониторингу проводились на территории площадью 15,4 млн.га.

В настоящее время в филиале ФГУП «Рослесинфорг» «Запсиблеспроект» применяется следующая технологическая схема проведения дистанционного мониторинга незаконных рубок леса и использования земель лесного фонда (рис. 1).



Рис. 1. Технологическая схема проведения дистанционного мониторинга использования лесов

В табл. 1 показаны нарушения правил заготовки древесины, выявленных в 2014 году. В 14 лесничествах Сибирского и Уральского федеральных округов количество участков с нарушениями лесного законодательства составило 485 шт., что составляет 4,1 % от общего количества обследованных лесных участков. Общая площадь нарушений – 2 068,7 га.

Результаты выборочных натурных обследований вырубок с выявленными нарушениями лесного законодательства подтверждают результаты дешифрирования нарушений с использованием космических снимков в 90 % случаев.

При выполнении работ по дистанционному мониторингу использования лесов одним из важных этапов является обработка и анализ космических снимков. Однако в процессе выполнения работ потенциал космических и аэроснимков используется далеко не в полной мере. Например, дешифрирование в автоматическом режиме не обеспечивает нормативную точность определения таксационных характеристик. Это обусловлено сравнительно низким спектральным или пространственным разрешением многозональных космических сним-

ков. В результате эталонные участки, размер которых должен удовлетворять некоторым минимальным критериям, являются разнородными, то есть состоят из объектов с различными спектральными характеристиками. Это приводит к «размытию» (увеличению дисторсии) эталонов, что в свою очередь вызывает необходимость создания эталонов не только на интересующие пользователя объекты, но и на объекты, близкие по спектральным характеристикам. В результате лавинообразного процесса необходимо создавать эталоны уже на все объекты, изображённые на снимке. Существуют определённые способы решения проблемы размытия эталонов (анализ на разделимость классов, на мульти-модальность), однако в целом ситуация не меняется: при недостаточно полном перечне классов-эталонов даже визуальная оценка достоверности классификации говорит о недостаточной точности этого процесса.

Таблица 1

Сводная таблица выявленных нарушений использования лесов в целях, определенных статьями 29, 43-46 Лесного кодекса Российской Федерации, по результатам анализа материалов дистанционного мониторинга использования лесов 2013 года

Субъект	Площадь мониторинга	Количество обследованных участков использования лесов	Площадь обследованных участков использования лесов	Количество случаев и площадь нарушений лесного законодательства					
				заготовка древесины (ст. 29 ЛК РФ)		участки использования земель (ст. 43-46 ЛК РФ)			
ед. измерения	га	шт.	га	шт.	%	га	шт.	%	га
ВСЕГО по объектам мониторинга:	15 405 731	11 693	88 892,4	316	2,7	1704,9	169	1,4	363,8
Омская область	325 885	542	1 961,8	69	12,7	169,7	-	-	-
Томская область	2 537 677	1 068	16 235,7	67	6,3	479,8	-	-	-
Свердловская область	1 443 090	1 204	7 603,4	41	3,4	132,6	-	-	-
Тюменская область	4 944 831	3 075	26 118,3	57	1,9	251,4	9	0,3	14,5
ХМАО-Югра	2 900 181	4 016	23 109,9	82	2,0	671,4	119	3,0	266,4
ЯНАО	3 254 067	1 788	13 863,3	-	-	-	41	2,3	82,9

Повышение качества автоматического (автоматизированного) дешифрирования возможно только при изменении одной или нескольких парадигм, лежащих в его основе.

И такое изменение произошло в процессе развития технологий аэро- и космических съёмок. Появление съёмочных систем WorldView-2, а в особенности WorldView-3 (рис. 2, *а*), обладающих не только большим количеством спектральных каналов в видимой и ближней инфракрасной зонах спектра (а WorldView-3 ещё и в коротковолновой инфракрасной зоне спектра), но и высоким пространственным разрешением, позволили изменить концепцию формирования эталонов и последующего процесса дешифрирования.

Благодаря высокому пространственному разрешению эталоны теперь можно формировать по единичным объектам с чётко установленным генезисом. Благодаря этому сформированные эталоны обладают высокой однородностью и компактностью, что позволяет выделять в процессе классификации объекты даже на сложном фоне. Относительно лесоустройства это означает переход к индивидуальному учёту лесонасаждений, что открывает значительные перспективы:

- радикально улучшается точность определения породного состава (определяются характеристики каждого дерева в отдельности);
- становится доступен количественный подсчёт деревьев;
- появляется возможность определения размеров крон деревьев, а, следовательно, и таких характеристик, как полнота, высота, возраст, запас;
- исключается необходимость определения полного набора эталонов, достаточно сформировать эталоны только на интересующие объекты.

Следует отметить, что прогресс развития съёмочных систем коснулся не только сферы космоса, но и аэрофотосъёмки. В настоящее время появились многозональные съёмочные системы, такие как Tetracam Micro-MCA (рис. 2, *б*), которые обеспечивают получение до 12 спектральных каналов с разрешением от 5 см, пригодные к установке на беспилотные летательные аппараты.



а)



б)

Рис. 2. Примеры спектрально-зональных изображений высокого пространственного разрешения:

а – WorldView-3; *б* – Tetracam Micro-MCA

Таким образом, технология использования многозональных снимков высокого разрешения может выглядеть следующим образом:

1. Получение космических или аэроснимков высокого пространственного разрешения, уточнение их геопривязки.

2. Получение информации о породном составе лесонасаждений, изображённых на снимке (документарным или экспертным способом).

3. Выделение однородных участков древесной растительности для формирования эталонов.

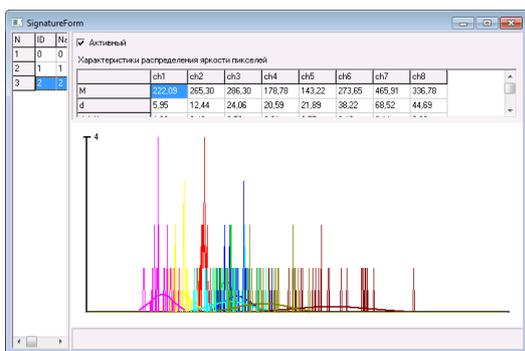
4. Автоматизированное дешифрирование изображений с использованием сформированных эталонов. Наиболее оптимальными алгоритмами для этого являются алгоритмы на основе расстояния Махаланобиса: максимального правдоподобия, Байеса. Это связано с прямой корреляцией между пикселями с освещённой и теневой частями кроны. Кроме того, алгоритм должен уметь определять в спектральном пространстве нормализованное расстояние от пикселя до центра класса и отсекал все элементы, превышающие пороговое значение, как это реализовано в алгоритме параллелепипедов.

5. Выявление положения крон деревьев различных пород и определение их размеров на основе анализа алгоритмов выделения контуров, результатов классификации и распределения светотеней, т. е. осуществление индивидуального учёта древесной растительности.

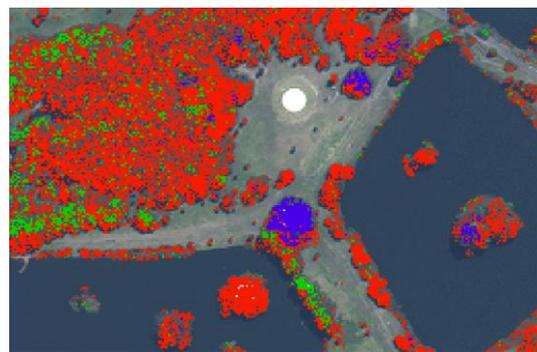
6. Полученная информация может использоваться совершенно различным способом, например, для стратификации насаждений (определения границ выделов), для подсчёта полноты и коэффициента состава, для косвенного определения высоты насаждений и запасов древесины.

Элементы данной технологии, а именно автоматизированное дешифрирование многозональных изображений высокого пространственного разрешения по неполному набору эталонов было апробировано в рамках экспериментальных исследований. Для этого использовался 8-канальный многозональный снимок WorldView-3 разрешением 1,6 м на территорию г. Сиднея (Австралия), распространяемый компанией DigitalGlobe в качестве тестового образца. На снимке был выбран участок парковой зоны, обладающей развитой древесной растительностью, и на этом участке выделены кроны трёх деревьев, породы которых явно отличаются друг от друга. Затем в ГИС ArcGIS (модуль ImageWork) были сформированы эталоны и выполнена классификация методом максимального правдоподобия. Гистограмма одного из эталонов и результаты классификации представлены на рис. 3.

Результаты классификации показали корректность предложенной методики: выполнена достоверная классификация крон деревьев трёх разных лиственных пород, идентификация посторонних объектов как класса «древостой» практически отсутствует. Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности указанного подхода и о необходимости его дальнейшего методического совершенствования.



а)



б)

Рис. 3. Работа с модулем ImageWork в ГИС ArcGIS:
а) – гистограмма одного из эталонов; б) – результаты классификации

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Рослесхоза от 10.11.11 № 472 г. Москва «Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosleshoz.gov.ru/docs/leshoz/199>.

2. Никитина Ю.В., Шимов С.В. Совершенствование технологии дистанционного мониторинга использования лесов // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – С. 36–41.

© Ю. В. Никитина, В. Н. Никитин, 2015

МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ РУБОК УХОДА НА СОСТОЯНИЕ СМЕШАННЫХ МОЛОДНЯКОВ

Никита Михайлович Дебков

Национальный исследовательский Томский государственный университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36/5, кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры лесного хозяйства и ландшафтного строительства Биологического института, тел. (3822)52-94-44, e-mail: nikitadebkov@yandex.ru

В статье приведены сведения о динамике таксационных показателей смешанных (преимущественно осиново-сосновых) молодняков после 1-приема рубок ухода (прочистка). Выявлены изменения прироста в высоту на различных участках (пройденных и не пройденных рубкой). Дана общая оценка лесоводственной эффективности рубок ухода. Спрогнозировано дальнейшее краткосрочное развитие молодняков.

Ключевые слова: молодняки, рубки ухода, мониторинг состояния, южная тайга, Томская область.

INFLUENCE MONITORING OF THINNING ON CONDITION OF MIXED YOUNG FORESTS

Nikita M. Debkov

National research Tomsk state university, 634050, Russia, Tomsk, 36/5 Lenin ave., Ph. D. (Agriculture), Senior lecturer, department of forestry and landscape construction of Biological institute, tel. (3822)52-94-44, e-mail: nikitadebkov@yandex.ru

Data on dynamics of taxation indicators of the mixed (mainly aspen and pine) young forests after 1th reception of thinning are provided in article. Changes of growth in height at different sites (passed and not passed felling) are revealed. The general assessment of forestry efficiency of thinning is given. Further short-term development of young forests is predicted.

Key words: young forests, thinning, influence monitoring, southern taiga, Tomsk oblast.

Высокий восстановительный потенциал лесов Томской области позволяет практически полностью отказаться от создания лесных культур. Особенно в отношении такой главной породы как сосна [1]. Практически на всех типах вырубок из-под зеленомошных сосновых лесов наблюдается ее естественное возобновление [2]. Однако наряду с ним, зачастую в южной подзоне тайги отмечается успешное возобновление лиственных пород (в первую очередь, осины, а также березы и ивы). В этих случаях формирование чистых сосняков аналогичных вырубленным вызывает сомнение. Для предотвращения смены пород проводятся рубки ухода [3].

С целью оценки эффективности рубок ухода за смешанными молодняками на сплошных узколесосечных вырубках (50 м) подзоны южной тайги в пределах Томской области проводится мониторинг их состояния.

Детально объекты и методика исследований изложены ранее [4]. Отметим только, что коренной тип леса – сосняк ягодно-мшистый, тип лесорастительных

условий – свежий, влажный бор (В₂, В₃) на подзолистой почве. В 2010 году проведены рубки ухода за молодняками (45 га). Рубка произведена по механическому принципу, при этом ширина полосы, на которой проводился уход и оставляемой без ухода (кулисы) составляла около 5 м каждая. Соответственно интенсивность рубки по площади составила около 50%.

Исходная характеристика молодняков, полученная при первичном обследовании в 2011 году, на следующий год после ухода, показала, что формируются молодняки с преобладанием сосны и осины. Средняя высота подроста составляла 2–3 м, причём наблюдалось угнетение сосны осиной. Высота последней превышала таковую сосны в среднем на 1 м (рис. 1).



Рис. 1. Объекты исследования (постоянная пробная площадь с полностью убраным верхним лиственным ярусом)

Состав смешанного насаждения после проведения рубок ухода изменился: увеличилась доля хвойных на 10% и уменьшилась доля лиственных на 9%, тем самым достигнув показателей, прописанных в проектах рубок ухода. Диаметры деревьев на полосах рубки ухода увеличились на 2–14 мм по сравнению с полосами без ухода, что подтверждает эффективность выборки.

Актуальное состояние молодняков (табл. 1) указывает на то, что на кулисах, не затронутых уходом, сохраняется отставание сосны от осины. На полосах, затронутых уходом, на которых была произведена сплошная уборка малоценных пород, наблюдается интенсивное возобновление осины. За прошедшие с момента рубки 4 года появилось 6,7 тыс. шт/га осин, что составляет 80% от ее дорубочной густоты. Но при этом сосна имеет большую среднюю высоту (на 1 м). Учитывая скорость роста порослевой осины, можно ожидать, что она догонит сосну примерно через 2 года. Сравнивая состояние подростка сосны на разных технологических участках, отметим, что разница в 10% между исходным составом и проектным сократилась до 6%. Однако существует достоверная разница в высотах сосен в кулисах и на полосах (0,6 м), что говорит об эффективности рубок ухода. Также отмечено увеличение продуктивности соснового элемента леса почти на треть по сравнению с контрольным значением.

Таблица 1

Характеристика смешанных молодняков, пройденных рубкой ухода
(по состоянию на 2014 год)

Состав, %	Высота, см	Диаметр, см	Возраст, лет	Густота, тыс. шт/га	Запас, м ³ /га
Кулисы, не затронутые уходом					
52С	2,9±0,1	3,1±0,2	13	9,2±1,5	20±4
48Ос	3,5±0,1	2,2±0,1	8	8,4±1,4	11±2
Полосы, затронутые уходом					
58С	3,6±0,1	3,5±0,2	13	9,2±1,5	31±6
42Ос	2,5±0,1	1,4±0,1	4	6,7±1,1	3±0

Анализ прироста сосны по высоте на следующий год после рубки показал, что мелкий подрост увеличил прирост на пройденной рубкой площади только на трети участков, на остальных – он снизился. Объясняется это известным влиянием резкого изменения экологических условий, к которым требуется адаптация. Средний и крупный подрост увеличили прирост в среднем на 10% по сравнению с деревьями в кулисах.

За истекшее время весь подрост сосны перешел в крупную категорию. Динамика прироста сосны в высоту, изученная на кулисах, не затронутых рубкой ухода и в полосах, где полностью убирался лиственный полог, показала (рис. 2), что на незатронутых участках прирост существенно не изменился по сравнению с дорубочными показателями. В то же время на полосах, пройденных уходом, даже, несмотря на активное вегетативное возобновление лиственных пород, прирост в высоту сосны существенно повысился. Отмеченное выше 10% превышение в 1-й послерубочный год, продолжалось и в дальнейшем. На 2-й и 3-й послерубочный год оно составило уже 20% ежегодно. На 4-й год отмечено синхронный спад на 10% на обоих типах участков, что объясняется климатическими причинами.

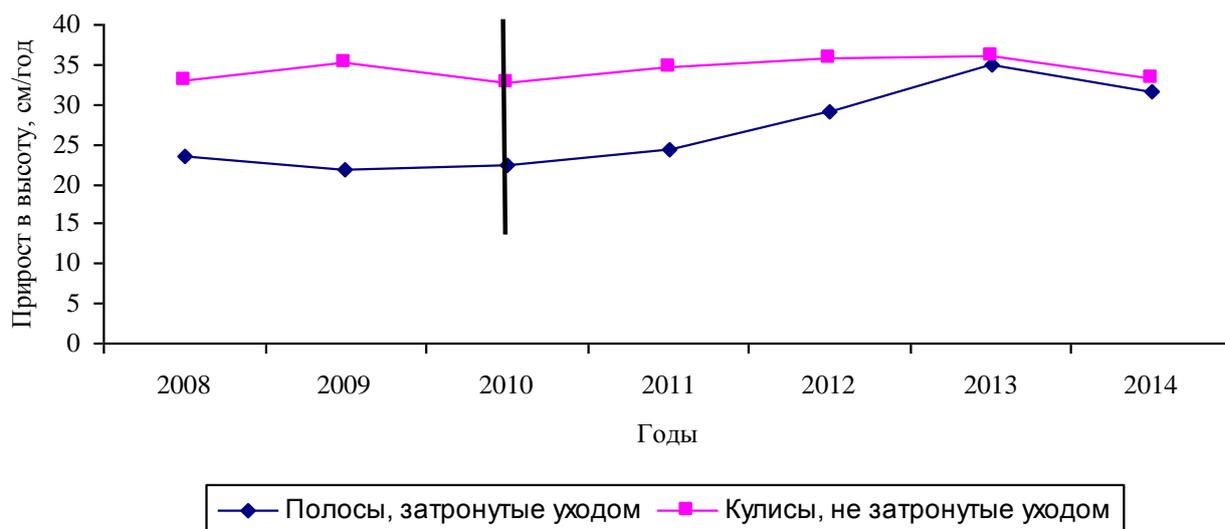


Рис. 2. Динамика прироста в высоту подроста сосны (вертикальной чертой указан год проведения рубки ухода)

Обобщая предварительные итоги мониторинга, можно сказать, что существующая система рубок ухода эффективна только при программном подходе. Единоразовые лесохозяйственные мероприятия в лучшем случае при правильном исполнении дают кратковременный эффект. В этом плане наши объекты показательны. Механическое удаление лиственных пород не всегда дает ожидаемый результат. Более эффективен химический метод ухода. Хотя возможно положение изменится после апробации достаточно оригинального способа удаление нежелательной растительности, разработанного в Финляндии [5]. Он подразумевает удаление деревьев с корневой системой. Предварительные результаты его применения обнадеживают.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дебков Н. М. Оценка потенциала предварительного возобновления в сосновых насаждениях средней тайги Томской области // Лесная таксация и лесоустройство. – 2014. – №1 (51). – С. 86–92.
2. Мельник С. А. Влияние способа обработки почвы на грунтовую всхожесть семян и отпад сеянцев сосны обыкновенной // Лесопользование, экология и охрана лесов: фундаментальные и прикладные аспекты. – Томск, 2005. – С. 242–243.
3. Правила ухода за лесами: утв. приказом МПР России от 16.07.2007 №185. – М., 2007. – 43 с.
4. Дебков Н.М., Мирхайдаров А.В., Балабуркин А.Л. Оценка лесоводственной эффективности ухода за смешанными молодняками в подзоне южной тайги Томской области // Лесная таксация и лесоустройство. – 2013. – № 2 (50). – С. 80–85.
5. Кукконен Э., Кукконен М. Механизация лесохозяйственных работ. – Йёнсуу, 2014. – 46 с.

© Н. М. Дебков, 2015

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ФИТОМАССЫ У КОНТРАСТНЫХ ПРОИСХОЖДЕНИЙ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Роман Владимирович Роговцев

Филиал ФГУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Новосибирской области», 630015, Россия, г. Новосибирск, ул. Гоголя, 221, e-mail:czl54@mail.ru

Иван Петрович Болонин

Филиал ФГУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Новосибирской области», 630015, Россия, г. Новосибирск, ул. Гоголя, 221, e-mail:czl54@mail.ru

Основным методом изучения географической изменчивости наследственных свойств лесных пород является создание географических культур, то есть выращивание и сравнительная оценка семенного потомства разного географического происхождения. По результатам изучения этих культур можно наметить климатипы, пригодные для разведения в районе испытания, и детализировать лесосеменное районирование.

Ключевые слова: географические культуры, сосна обыкновенная, выращивание, лесосеменное районирование.

VARIABILITY OF PHYTOMASS COMPONENTS IN CONTRAST ORIGINS OF GEOGRAPHICAL CULTURES OF THE PINE IN THE NOVOSIBIRSK REGION

Roman V. Rogovtsev

Branch of the Federal Governmental Institution «Russian Center of Forest Protection» «The forest protection center of the Novosibirsk region», 630015, Russia, Novosibirsk, 221 Gogola St., e-mail: czl54@mail.ru

Ivan P. Bolonin

Branch of the Federal Governmental Institution «Russian Center of Forest Protection» «The forest protection center of the Novosibirsk region», 630015, Russia, Novosibirsk, 221 Gogola St., e-mail: czl54@mail.ru

The main method of studying of geographical variability of hereditary properties of forest species is the creation of geographical cultures that is cultivation and comparative assessment of seed progeny of different geographical origin. On the results of studying of these cultures it is possible to identify the climatypes, suitable for cultivation in the test area, and to detail forest seed zoning.

Key words: geographical cultures, common pine, cultivation, forest seed zoning.

Изменчивость географических культур по общей продуктивности фитомассы (биомассы) является важным признаком, определяющим способность климатипов адаптироваться к различным условиям произрастания (Габеев, 1982; Демиденко, Тараканов, 2000). Основной составляющей общей продуктивности является производительность фитомассы дерева по его отдельным компонентам (ствол, ветви, хвоя).

В 30-летних географических культурах сосны обыкновенной у контрастных по географическому происхождению и лучших по росту климатипов определялась фитомасса основных компонентов деревьев: вес хвои, вес ветвей, вес стволов модельных деревьев. Изменчивость климатипов оценивалась по отношению к контролю, за который принят местный - Сузунский климатип.

В результате проведенных исследования выявлено, что, местный/Сузунский климатип занимает второе место по накоплению биомассы. Варьирование максимальных и минимальных отклонений от контроля составляет от 102% у происхождения из Татарстана - Зеленодольский лесхоз, до 21% у Красноярского-Енисейского происхождения.

Лидером является сосна из Татарстана (102% от контроля) из-за большего количества деревьев на 1 га и большей высоты деревьев. При этом различия между лидирующим и местным климатипами по биомассе не достоверны и существенно ниже, чем по запасу стволовой древесины (Роговцев и др., 2008).

По отдельным компонентам, таким как вес ветвей, лидирует тамбовский климатип, что объясняется меньшей густотой и большим диаметром деревьев; это же происхождение лидирует и по весу ствола. По весу хвои лидируют происхождения из более восточных и северных относительно пункта испытания регионов (Красноярский край/Енисейский, Тыва/Балгазынский, Тюменская область/Сургутский).

Результаты исследований свидетельствуют о том, что учет продуктивности культур по отдельным компонентам фитомассы даёт важную дополнительную информацию в сравнении с учетом только основных таксационных показателей. При этом ранг местного климатипа по суммарной биологической продуктивности оказывается существенно выше, чем по запасу древесины, что в большей мере отражает его экологический потенциал как «эдификатора местных сосновых фитоценозов».

Авторы выражают признательность В. В. Тараканову за обсуждение результатов.

© Р. В. Роговцев, И. П. Болонин, 2015

САНИТАРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ В ЗОНАХ КОНТАКТА С СОЦИАЛЬНО-БЫТОВЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Юрий Никандрович Ильичёв

Западно-Сибирский филиал Института леса СО РАН, 630082, Россия, г. Новосибирск, ул. Жуковского, 100/1, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, тел. (383)227-33-30, e-mail: yu.ilyichev 2015@yandex.ru

Яков Васильевич Ноздренко

Филиал ФГУ «Рослесозащита» «Центр защиты леса Новосибирской области (ЦЗЛ Новосибирской области)», 630015, Россия, г. Новосибирск, ул. Гоголя, 221, инженер, тел. (383)279-93-55

Максим Владимирович Бабин

Новосибирский государственный аграрный университет, 630039, Россия, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, студент, тел. (923)173-79-02

В статье рассматриваются результаты обследования санитарно-экологического состояния городских лесов в зонах контакта с социально-бытовыми объектами. Отмечается повышенная ослабленность и снижение устойчивости древостоев.

Ключевые слова: обследование, состояние деревьев и насаждений, лесопатологическая и санитарная характеристика.

SANITARY AND ECOLOGICAL CONDITION OF THE CITY WOODS IN ZONES OF CONTACT WITH SOCIAL OBJECTS

Jury N. Ilyichev

West-Siberian Branch of v. Sukachev Institute of Forest SR RAS, 630082, Russia, Novosibirsk, 100/1 Zhukovsky St., candidate of agricultural sciences, the senior research scientific employee, tel. (383)227-33-30, e-mail: yu.ilyichev 2015@yandex.ru

Yakov V. Nozdrenko

Branch of FSE «Roslesozashita» «Forest Protection Center of Novosibirsk region», engineer, 630015, Russia, Novosibirsk, 221 Gogol's St., tel. (383)279-93-55

Maxim V. Babin

Novosibirsk State Agrarian University, 630039, Russia, Novosibirsk, 160 Dobrolybova St., student, tel. (923)173-79-02

Results of inspection of a sanitary and ecological condition of the city woods in zones of contact with social objects are considered. The increased weakening and decrease in stability of forest stands is noted.

Key words: inspection, condition of trees and forest stands, lesopatologicheskyy and sanitary characteristic.

Лесные экосистемы в зонах мегаполисов, таких как г. Новосибирск, находятся под сильным воздействием антропогенных факторов, так как являются

объектами постоянного рекреационного лесопользования. Некоторые исследователи отмечают, что рекреационное лесопользование протекает не без ущерба для леса. Интенсивное посещение отдыхающими ухудшает условия жизни растений, ослабляет их санитарно-гигиенические функции, понижает устойчивость насаждений, приводит к деградации древостоев [11]. Особенно страдают внутриселитебные и пригородные лесные объекты. Поэтому периодическая оценка санитарно-экологического состояния городских лесов для планирования мероприятий по их содержанию необходима.

На землях г. Новосибирска (в границах городской черты) находится 8568 га городских лесов, из которых около 95% расположены на правом берегу р. Обь.

Обследование проводилось на территории Советского района в наиболее посещаемых насаждениях, расположенных между Бердским шоссе, комплексом Новосибирского НИИ патологии кровообращения им. академика Е.Н. Мешалкина и примыкающим к нему садоводческим обществам. По лесорастительному районированию территория исследований относится к Приобскому сосново-боровому округу [5].

Обследовались насаждения в кварталах 70-74 Первомайского лесохозяйственного участка, граничащих с указанными социальными объектами.

Оценивались лесоводственные показатели, лесопатологическое и санитарное состояние древостоев. Применялось маршрутное рекогносцировочное обследование.

Лесопатологическое обследование проводилось в соответствии с действующими методическими документами – «Руководством по планированию организации и проведению лесопатологических обследований» [9, 10], а также с учетом научно-методической информации имеющейся в справочных и научных источниках [1, 2, 3, 4, 6 и др.].

Санитарное состояние насаждений определялось по общепринятым методам в соответствии с «Правилами санитарной безопасности в лесах» [7, 8]. Оценка состояния насаждений проводилась по соотношению деревьев разных категорий состояния: 1 категория – без признаков ослабления (здоровые); 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – свежий сухостой; 6 – старый сухостой (прошлых лет).

В процессе маршрутного обследования было выявлено следующее. На исследованном участке насаждения представлены высокопродуктивными 55-90 летними сосновыми и березовыми 50-75 летними средней продуктивности древостоями.

В сосновых насаждениях обнаружены локальные очаги поражения деревьев корневой губкой (*Heterobasidion annosum*) с последующим выпадением отдельных деревьев, а также усыхание единичных и небольших групп деревьев от комплекса причин (затески, обдиры коры на корнях и стволах, сломы нижних ветвей и др.). Стволовых и хвоегрызущих вредителей не обнаружено.

В березовых насаждениях отмечено поражение отдельных деревьев настоящим трутовиком (*Fomes fomentarius*) и березовой губкой (*Piptoporus betulinus*). Всё это влияет на устойчивость и санитарное состояние древостоев. Для полу-

чения более точной оценки жизненного состояния древостоев в наиболее типичных насаждениях были заложены временные пробные площади с оценкой на каждой из них не менее 100 деревьев и последующим распределением их по категориям состояния. Результаты показаны в таблице.

Таблица

Временные пробные площади по оценке состояния обследованных древостоев

№ пробной площади	Квартал, (выдел)	Древесная порода состав, (возраст)	Количество деревьев по категориям состояния *						Всего деревьев
			I	II	III	IV	V	VI	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	72 (7)	10С(75)+Б(65)	4	44	44	3	1	4	100
			4	44	44	3	1	4	100
2	72 (6)	9С(70)1Б(65)	-	38	49	7	1	1	96
			-	39,6	51,0	7,4	1,0	1,0	100
3	71 (18)	9С(55)1Б(50)	-	29	59	7	-	7	102
			-	28,4	57,8	6,9	-	6,9	100
4	71 (14)	9Б(65)1Ос(55)+С(65)	5	47	43	4	3	1	103
			4,8	45,6	41,8	3,9	2,9	1,0	100

* Примечание: числитель, деревьев шт.; знаменатель в %.

Из данных таблицы видно, что на момент обследования сосновые насаждения находятся в ослабленном состоянии. Суммарное число деревьев II и III категорий (ослабленные и сильно ослабленные) составляет от 86 до 91 процента общего количества. В выделах 6 и 18 доля сильно ослабленных деревьев (III категория) составляет больше половины, соответственно 51 и 58 процентов. Количество деревьев без признаков ослабления около 4 %.

Отмечается также повышенный отпад деревьев 4, 5, 6 категорий состояния, который 7-13 %, что превышает нормальный отпад в 2-3 раза.

Жизненное состояние березовых насаждений аналогичное. В составе тоже преобладают ослабленные и сильно ослабленные деревья, которых 82-87 % от общего количества. Отмечается также повышенный отпад в пределах 6-8 %, что превышает естественный отпад в 2 раза. Деревьев без признаков ослабления (I категории) 4-5 % (см. табл.).

По классификации из 3-х классов обследованные древостои соответствуют II классу – насаждениям с нарушенной устойчивостью.

При оценке санитарного состояния учитывались наличие и воздействие комплекса негативных факторов: лесных пожаров; вредителей и болезней леса; рекреационная нагрузка; захламленность; засорение бытовым мусором и строительными отходами.

По данным последнего лесоустройства, проводившего оценку по 5 классам санитарного состояния, 67 % насаждений отнесено ко 2-у классу, который характеризуется частично ослабленными насаждениями, без заметных загрязнений, с отдельными сухостойными деревьями. К 3-му классу отнесено 10 % насаждений, в который включены участки с сухостоем, захламленные мертвой древесиной и с признаками сильного ослабления.

Однако на обследованном участке, граничащим с бытовыми объектами, санитарное состояние насаждений существенно отличается от оценки десятилетней давности. Неорганизованное рекреационное лесопользование сопровождается значительным вытаптыванием напочвенного покрова, обдиром коры на корнях и стволах, механическим повреждением деревьев, загрязнением бытовым мусором и строительными отходами. Всё это приводит к усыханию отдельных деревьев, ослаблению и снижению биологической устойчивости насаждений. Для сохранения городских лесов в состоянии способном выполнять санитарно-гигиенические и оздоровительные функции необходимо проведение комплекса лесохозяйственных мероприятий по их улучшению и повышению устойчивости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болезни и вредители в лесах России. Справочник. т. 1. Болезни древесных растений. – М., Рослесхоз, 2004. – 120 с.
2. Болезни и вредители в лесах России. Справочник. т. 3. Методы мониторинга вредителей и болезней леса. – М., Рослесхоз, 2004. – 200 с.
3. Воронцов А.И. Патология леса. – М.: Лесная промышленность, 1978. – 200 с.
4. Воронцов А.И. Лесная этнология. – М., 1982. – 367 с.
5. Крылов Г.В. Леса Западной Сибири. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 255 с.
6. Мозолевская Е.Г., Катаев О.А., Соколова Э.С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 152 с.
7. Правила санитарной безопасности в лесах. Постановление Правительства РФ от 29.06.2007 г. №414.
8. Правила санитарной безопасности в лесах. (Приказ Минприроды России от 24 декабря 2013г. №613).
9. Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга (Приложение №1 к приказу Рослесхоза от 29.12.2007 г. №523) – 98 с.
10. Руководство по планированию, организации и ведению лесопатологических обследований (Приложение №3 к приказу Рослесхоза от 24.12.2007 г.) №523. – 73 с.
11. Таран И.В. Рекреационные леса Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1985. – 230 с.

© Ю. Н. Ильичев, Я. В. Ноздренко, М. В. Бабин, 2015

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ СЕМЕНОШЕНИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО (PINUS SIBIRICA DU TOUR) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В СВЯЗИ С ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Александр Иович Земляной

Западно-Сибирский филиал Института леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 630082, Россия, г. Новосибирск, ул. Жуковского, 100/1, кандидат сельскохозяйственных наук, тел. (923)232-36-72, e-mail: zemlyanoyalex38@mail.ru

Приведена характеристика динамики урожаев кедров сибирского на основании учета следов от зрелых шишек в подзоне северной тайги – бассейн рек Пура и Таза за период - с 1960 по 1971 гг. в сравнении с периодом - с 1994 по 2007 гг., а также в высокогорных кедровниках Алтая. Отмечена стабильность урожаев кедров с 1997 по 2013 гг. в Ханты-Мансийском лесничестве, что, вероятно, объясняется значительным потеплением климата.

Ключевые слова: кедр сибирский, динамика урожаев, климат.

SPECIFIC FEATURES OF SEED PRODUCTION OF THE SIBERIAN CEDAR (PINUS SIBIRICA DU TOUR) IN WESTERN SIBERIA IN RELATION TO CLIMATE CHANGE

Alexander I. Zemlyanoy

West-Siberian Division of V. N. Sukachev Institute of Forest, SB RAS, 630082, Russia, Novosibirsk, 100/1 Zhukovskogo St., tel. (923)232-36-72, e-mail: zemlyanoyalex38@mail.ru

The dynamics of Siberian cedar yields is characterized based on the account for traces of mature cones in the northern taiga subzone - Pura and Taz rivers basins, over the period 1960 to 1971 in comparison with the period 1994 to 2007, as well as in the mountainous Altai cedar forests. Stable cedar yields were recorded in Khanty-Mansiysk forestry from 1997 to 2013, what is probably due to significant climate warming.

Key words: Siberian cedar, dynamics of yields, climate.

Кедр сибирский является одним из главных лесообразователей Западной Сибири [4] и произрастает на огромной территории: от редколесий у Северного Полярного круга до верхней границы леса Алтайских гор (1650-2270 м. абс.). Столь обширный естественный ареал определяется успешным формированием урожаев семян, распространением их на значительные - до 10-15 км расстояния с помощью кедровки тонкоклювой [1], большой долговечностью – свыше 500 лет и более высокой, по сравнению с другими лесными древесными породами, конкурентной способностью. Это особенно ярко проявляется в условиях сурового и влажного климата Северного Приполярья на равнине и верхней границы леса в горах Алтая, где кедр часто формирует чистые по составу древостои, что дает основание считать эти регионы его **фитоценотическим оптимумом**.

Интенсивное освоение нефтегазовых месторождений Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов сопровождается значительным нарушением природных лесных экологических систем, что определяет необхо-

димось изучения их состояния с целью разработки мероприятий по снижению вредных техногенных воздействий на окружающую среду. Значительный интерес представляют исследования в кедровниках динамики урожаев семян, которые являются основой воспроизводства кедровых лесов.

Динамику урожаев изучали в 100-180-летних кедровниках в разные годы: в 2007 г. - в бассейне реки Пура (Тарко-Салинский лесхоз ЯНАО) [2], на верхней границе леса на Семинском перевале, 1920 м. абс. (Шебалинское лесничество) и в верховье р. Киды, 1830 м. абс. (Чемальское лесничество Республики Алтай), в 2009 г. - в 30-летних клоновых архивах кедр, в 2012 г. – 100-150-летних деревьев плюсовых насаждений кедр в урочище «Шапша» Ханты-Мансийского лесничества ХМАО.

При маршрутных обследованиях выбирались наиболее типичные в указанных районах древостои кедр, в которых закладывали пробные площади для определения средних таксационных показателей, отбора модельных деревьев для проведения за 10-15-летний период учета числа следов от зрелых шишек на ветвях женского яруса кроны [5]. Для сравнения нами использованы опубликованные данные о динамике урожаев кедр за период с 1960 по 1971 гг. в северной тайге [3] и за период с 1997 по 2007 гг. - в кедровниках средней тайги (Природный парк «Самаровский чугас») [6].

Данные Н. П. Мишукова о динамике урожаев кедровников северной тайги (вблизи п. Красноселькуп) за период 1962-1971 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Динамика урожаев кедровников с 1962 по 1971 гг. в северной тайге

Среднее число зрелых шишек на 1 побеге										
Годы	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Среднее	0,42	0,72	0,36	0,21	0,15	0,12	0,37	0,07	0,81	0,17

Средние по величине урожаи кедр отмечались только в 1963 и 1970 гг., в остальные годы его урожаи были очень низкие. Значительная неравномерность здесь динамики урожаев кедр объясняется высокой величиной опад «озими» под воздействием поздне-весенних заморозков при монотонной удовлетворительной ежегодной закладке женских генеративных зачатков.

Данные разных авторов о динамике урожаев за период 1994-2013 гг. в кедровниках отдельных регионов Западной Сибири приведены в таблице 2.

Анализ этой таблицы показывает, что в кедровниках Тарко-Салинского лесхоза (подзона северной тайги) за 14-летний период отмечалось 3 высоких урожая (1995, 1997, 2007), 5 средних (1996, 2000, 2001, 2003, 2005), 3 низких (1999, 2002, 2004) и только 1998 и 2006 гг. были неурожайными. Столь разительное отличие динамики урожаев кедровников в подзоне северной тайги в 1994-2013 гг. по сравнению с таковой в 1962-1971 годы, по-видимому, может

быть объяснено начавшимся с 1978 г. потеплением климата, особенно значительным в районах Западной Сибири.

Устойчивые - ежегодные и повышенные урожаи в 1997-2007 гг. отмечала Е. С. Вилочева [6] на 2-х пробных площадях в кедровниках природного парка «Самаровский чугас» в окрестностях г. Ханты-Мансийска. Еще более высокие и стабильные урожаи были зафиксированы в 2003-2013 гг. в плюсовых древостоях в урочище «Шапша» Ханты-Мансийского лесничества (ХМАО).

Таблица 2

Динамика урожаев с 1994 по 2013 гг. кедровников Западной Сибири
(по данным разных исследователей)

Районы / Годы	ЯНАО Тарко-Сале (65° с.ш.)	Самаровский Чугас (ХМАО)			Республика Алтай	
		Проб. пл. 2	Проб. пл. 3	Урочище Шапша, кв. 2-5	Семин-ский перевал, 1920 м. абс.	Верховье р. Кинды, 1830 м. абс.
		62° северной широты				
Авторы	Земляной	Вилочева		Земляной	Земляной	Земляной
1994	0,2				0,5	0,3
1995	2,7				1,0	0,7
1996	0,8				1,8	1,3
1997	2,4	0,97	1,73		2,6	2,8
1998	0	1,34	1,82		0,7	0
1999	0,3	1,13	1,89		0,8	0,6
2000	1,1	1,71	2,28		0,5	0,3
2001	1,3	1,71	2,02		1,7	2,5
2002	0,2	1,60	2,05		1,0	0,9
2003	1,5	1,76	2,42	2,0	1,7	2,4
2004	0,4	1,62	2,29	2,3	2,3	1,7
2005	1,8	1,61	2,24	2,6	1,4	2,0
2006	0	1,60	2,09	2,4	1,8	1,8
2007	2,1	2,0	2,13	2,5	2,5	2,0
2008				2,1		
2009				2,1		
2010				2,6		
2011				2,7		
2012				2,6		
2013				2,5		
среднее	1,07	1,55	2,09	2,4	1,45	1,38

Отобранные в возрасте 100-150 лет деревья кедра – кандидаты в плюсовые по семенной продуктивности характеризовались очень высоким ежегодным уровнем закладки женских генеративных органов и почти полной сохранностью их при последующем развитии, что дает основание признать урочище «Шапша» **репродуктивным оптимумом** кедра сибирского в период 2003-2013 гг.

Кедровники, произрастающие в экстремальных условиях верхней границы леса на Семинском перевале и в верховьях р. Киды (Республика Алтай), характеризовались относительно устойчивой динамикой. За период 1997-2007 гг. отмечены очень низкие урожаи в 1994, 1998 и 2000 гг., средние урожаи – в 1995, 1996 и 1999 гг. С 2001 по 2007 гг. были устойчиво-хорошие урожаи.

Таким образом, кедр сибирский, благодаря высокой адаптивности генеративного процесса почти ежегодно формирует урожаи жизнеспособных семян даже в самых экстремальных экологических условиях. Продолжающееся с 1978 г. потепление климата способствовало повышению устойчивости динамики и величины урожаев кедра во всех регионах его произрастания. Это создает предпосылки для значительного расширения естественного ареала кедра сибирского, а также для его интродукции в лесостепную зону Западной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бех И. А. Сибирское чудо-дерево / И. А. Бех, И. В. Таран // Новосибирск, 1979. – 126 с.
2. Земляной А. И. Особенности семеношения кедра сибирского на северной границе ареала / А. И. Земляной, В. И. Барановский // Хвойные бореальной зоны, XXIV, № 2-3, 2007. – С. 183-186.
3. Мишуков Н. П. Кедр Сибирский на Северном пределе распространения в бассейнах Пура и Таза / Н. П. Мишуков // Сборник «Природа тайги Западной Сибири». - Новосибирск: Наука, 1972. - С. 22-37.
4. Смолоногов Е. П. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины / Е. П. Смолоногов // Свердловск, 1990. - 288с.
5. Шарнас Л. А. Методика определения урожая кедровых орехов и урожайности кедровников / Л. А. Шарнас, В. Г. Джебеян // Рукоп. Сиб. НИИ лесного хозяйства. – Красноярск, 1934. – 105с.
6. Вилочева Е. С. Оценка орехопродуктивности кедровников природного парка «Самаровский Чугас». Реферат. Ханты-Мансийск, 2009. Электронный ресурс: www.knowledge.allbest.ru

© А. И. Земляной, 2015

ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ ОБЬ-ТОМСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Екатерина Михайловна Панченко

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат географических наук, младший научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем, тел. (903)954-48-25, e-mail: pakatya@simail.com

Анатолий Григорьевич Дюкарев

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, доктор географических наук, заведующий отделением, тел. (3822)49-19-78, e-mail: DAG@imces.ru

В статье проведен анализ современного состояния лесных ресурсов Обь-Томского междуречья. Изучено использование лесных ресурсов и определены проблемы лесного хозяйства на территории исследования.

Ключевые слова: лесные ресурсы, Обь-Томское междуречье, факторы использования, проблемы лесного хозяйства.

FOREST RESOURCES OF OB AND TOM INTERFLUVES

Ekaterina M. Panchenko

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academicheskyy ave., Ph. D. (Geography), Researcher, Laboratory Monitoring of Forest Ecosystems, tel. (903)954-48-25, e-mail: pakatya@sibmail.com

Anatoly G. Dyukarev

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academicheskyy ave., Doctor of Sciences (Geography), Head of Department, tel. (3822)49-19-78, e-mail: dag@imces.ru

The paper presents of a current state of forest resources of Ob and Tom interfluves. The authors researched using of forest resources and defined forestry problems at the investigation territory.

Key words: forest resources, Ob and Tom interfluves, invasion, factors of using, problems of forestry management.

Объектом исследования является Обь-Томское междуречье. Протяженность территории с севера на юг достигает 136 км, а с запада на восток – до 56 км. Общая площадь территории исследования составляет 364 тыс. га. Расположена в непосредственной близости с городами Томск и Северск; на юге граничит с Новосибирской и Кемеровской областями. Территория исследования расположена в подтаежной зоне с нормальной увлажненностью и теплообеспеченностью, с благоприятными физико-географическими условиями для развития лесного хозяйства. В растительном покрове доминируют леса. Общая площадь лесного фонда Обь-Томского междуречья 220824 га (67%), эксплуатационные леса – 163500 га.

Анализ данных лесного учета на исследуемой территории показал, что, на междуречье площадь насаждений с преобладанием хвойных пород составляет 103292 га (объем древесины 18644,1 тыс. м³, в том числе с преобладанием сосны 12815,3 тыс. м³ на площади 71198 га; кедр на площади 17741 га с объемом древесины 3678,7 тыс. м³. Насаждения, достигшие возраста рубки, занимают площадь 47981 га (объем древесины 8591,2 тыс. м³). Из них объем сосновой древесины составляет 1326,3 тыс. м³. Из насаждений, возможных для эксплуатации, площадь спелых и перестойных равна 44175 га (объем древесины – 78734 тыс. м³), в т.ч. хвойных – 11184 га (объем древесины – 2159,3 тыс. м³), из них сосна – 7002 га (объем древесины – 1326,3 тыс. м³).

Наиболее широким спектром хозяйственного значения отличаются сосновые леса. Сосняки кустарничково-зеленомошные и зеленомошно-лишайниковые имеют невысокую продуктивность древостоев (III-IV классы бонитета), однако эксплуатационные качества этих древостоев хорошие. Лесосеки здесь доступны и в летнее время. Древесина характеризуется высокой прочностью. Вырубки данных типов леса естественно возобновляются сосной [1].

Сосняки разнотравной группы типов леса являются самыми высокопроизводительными насаждениями. Но по своим эксплуатационным качествам древесина сосняков этой группы ниже. На вырубках возобновление сосны затруднено из-за сильного задернения почвы. Более успешно в этих условиях возобновляется береза и осина. Обычно процесс возобновления вырубок в этой группе типов леса приводит к смене пород [1].

Еловые леса, приуроченные к долинам рек и ложбинам, как правило, IV класса бонитета и отличаются как невысоким качеством древесины, так и замедленным возобновлением. Возобновление происходит преимущественно за счёт лиственных пород. В этом случае восстановление коренных типов леса происходит через длительную смену пород и сильно растянуто по времени. Сохранившиеся на территории кедровники кустарничково-зеленомошные дают не только высококачественную древесину, но и урожаями орехов обеспечивает поддержание биоразнообразия на территории [2].

Хозяйственное значение лиственных лесов невысоко, однако они выполняют важные экологические функции по формированию и сохранению биологического разнообразия, охране подземных вод. Лиственные леса повышают рекреационную привлекательность междуречья. Возобновление березняков и осинников происходит быстро даже на бывшей пашне. Однако формируются загущенные лиственные насаждения, которые в жестких конкурентных условиях не могут формировать продуктивных насаждений. Восстановление коренных формаций происходит через смену пород. Травяно-болотные и сфагновые типы леса имеют низкую продуктивность и товарное качество древесины. Однако данные типы леса, поддерживая гидрологическое равновесие, отличаются наиболее высокой экологической значимостью на территории – не эксплуатировались и не эксплуатируются [3].

На Обь-Томском междуречье активно развивается лесопользование. В отдельные годы здесь добывалось до 400 тыс. м³ древесины. Эксплуатация лесов

началась здесь давно, но наиболее интенсивные рубки проводились здесь с 30-х по 60-е гг. XX в., тогда на ограниченном пространстве вырубались по 2-2,5 расчётной лесосеки в год (данные по лесхозам района). Таким образом, в настоящее время основная часть лесных массивов вырублена и представлена сосновыми молодняками или производными березово-осиновыми лесами.

В настоящее время объём рубок по всем видам пользования составляет 28,5% от общего прироста древесины. Отметим, что использование расчётной лесосеки по хвойным выше (40%), чем по лиственным (24%).

Использование только 28,5% леса от общего прироста объясняется ограничениями, введёнными Томским облисполкомом еще в 1981 г. на лесопользование на территории междуречья, в связи с развитием системы природоохранных территорий. Данные ограничения без конкретного анализа мест возможной вырубки привели к тому, что запасы мёртвого леса составляют 191 тыс. м³. По этой же причине увеличивается площадь спелых и перестойных насаждений и их запас. В последние годы их площадь возросла на 12,7 %, а запас на 21,2 %.

Следствием вырубки лесов является заметное снижение биологического разнообразия, экономической и экологической ценности территории. Вырубки характеризуются повышенной пожарной опасностью и опасностью развития эрозионных процессов.

По мере формирования лиственных молодняков опасность возникновения пожаров по сравнению с коренными лесами снижается. В сосновых молодняках повышенная опасность возникновения пожара сохраняется на протяжении всего цикла восстановления. В сосняках разнотравной группы восстановление коренного леса происходит через смену пород. Вырубки возобновляются, как правило, хвойными и лиственными породами, но последние развиваются быстрее, особенно осина. Через 4-6 лет преобладание лиственных становится очевидным, сосна подвергается угнетению, доля ее в составе сокращается до единицы и, в конечном счете, формируются лиственные насаждения с незначительной примесью сосны. Этот процесс наиболее ярко выражен на более увлажненных супесчаных и особенно суглинистых почвах. В этих условиях для формирования древостоев из сосны крайне необходимы рубки ухода, особенно осветления и прочистки [4].

При высокой лесистости территории и достаточно высокой (для местных условий) продуктивности, нельзя не отметить, что данная сложившаяся структура лесного фонда далека от оптимальной. Прежде всего, обращает на себя внимание недостаточное количество хвойных [1]. Положительным фактом является то, что среди хвойных лесов более половины представлено сосновыми насаждениями, устойчиво возобновляющиеся в естественных условиях. Кедровники занимают преимущественно переувлажненные местообитания со средним классом бонитета IV и их площадь на междуречье незначительна. Однако, если сосновые древостои ценны как материальный экономический ресурс, то кедровые леса поддержанием биологического разнообразия, более ценны в экологическом отношении, что, учитывая расположение территории, является

не менее важным. О неудовлетворительном состоянии лесного фонда свидетельствует также наличие значительной площади осинников и малопродуктивных березняков. Насаждения осины в основном, порослевого происхождения и уже на ранней стадии поражены гнилями. И хотя они отличаются высокими полнотами и приростом, замена их коренными насаждениями является весьма актуальной задачей [1].

Фонд лесовосстановления в лесничестве составляет 6216 га, не покрытых лесной растительностью земель, в том числе гари и погибшие насаждения – 171 га, вырубки – 5841 га, прогалины и пустыри – 204 га. Площадь лесосек ревизионного периода, при условии полного освоения расчетной лесосеки, составляет 23800 га [5].

Существенной проблемой для района исследования является то, что большинство рубок является нерегламентированными и незаконными, кроме того, места рубок приходятся на участки, где запрещена какая-либо хозяйственная деятельность. Таким образом, данный факт еще более ослабляет и без того уязвимую территорию.

Продуктивные сосняки, за исключением лесопарковой зоны, практически вырублены. В настоящее время проводятся запрещенные приисковые рубки, рубки в водозащитной зоне водозабора и окрестностях сел.

Приведенные данные показывают, что при определении объема лесозаготовок только на основе формального расчета объемов ежегодного прироста древесины, без детального анализа распределения лесного фонда, учета его состояния и особенно без ориентации на экологический статус, может существенно подорвать экологический потенциал, снизить в долгосрочной перспективе экологическую и экономическую привлекательность. Помимо всего прочего, древостой подвержены вредителям и болезням, и сами леса являются источником распространения болезней.

Выборочное экспедиционное лесопатологическое обследование на площади 18 тыс. га, проведенное специализированной экспедицией в 2007 г. по заявке областного управления лесами, подтвердило неудовлетворительное состояние лесов междуречья, зарегистрировало очаги и резервации вредителей и болезней леса и показало, что требуется проведение широкомасштабных санитарно-оздоровительных мероприятий. Так, на площади 107 га в Тимирязевском лесхозе рекомендовано проведение сплошной санитарной рубки. На территории зарегистрированы очаги и резервации вредителей и болезней леса (рыжего соснового пилильщика, сибирского шелкопряда, шелкопряда монашенки, короеда-стенографа, усачей и дереворазрушающих грибов) [6].

Анализ показал, что экологическое состояние лесов в настоящее время можно отнести к кризисному. Поэтому требуются меры по их восстановлению и охране.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лесной план Томской области от 30.12.2008. – Томск, 2008.

2. Дюкарев, А.Г., Пологова Н.Н. Природные комплексы Томь-Обского междуречья и устойчивость их компонентов // Проблемы экологии Томской области. – Томск: ТГУ. – 1992. – Т.1. – С. 81–83.
3. Дюкарев, А.Г., Пологова Н.Н. Водный режим почв в зоне влияния Томского водозабора // Вестник ТГУ. – Томск ТГУ, 2009. – Вып. 324. – С. 363–372.
4. Общесоюзные нормативы для таксации лесов. Справочник/ В.В.Загребов, В.И.Сухих, А.З. Швиденко и др. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
5. Лесохозяйственный регламент Тимирязевского лесничества Томской области. – Томск, 2008. – 199 с.
6. Дюкарев, А.Г., Пологова Н.Н., Кривец С.А., Бисирова Э.М. Припоселковые кедровники как объект охраны и реконструкции // Вестник ТГУ. Биология, 2009. – Вып. 2. – С. 75–83.

© *Е. М. Панченко, А. Г. Дюкарев, 2015*

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ КЕДРА В ЛЕСОТУНДРОВОМ ЭКОТОНЕ ГОРНО-ЛЕДНИКОВОГО БАСЕЙНА АКТРУ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛТАЙ)

Светлана Александровна Николаева

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

Елена Олеговна Филимонова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат биологических наук, инженер лаборатории динамики и устойчивости экосистем, тел. (3822)49-27-43, e-mail: smelena82@mail.ru

В лесотундровом экотоне горно-ледникового бассейна Актру (северный макросклон Северо-Чуйского хребта, Центральный Алтай) изучена онтогенетическая структура ценопопуляций кедра сибирского.

Ключевые слова: онтогенетическая структура, ценопопуляции, лесотундровый экотон, *Pinus sibirica* Du Tour, кедр сибирский, Центральный Алтай.

ONTOGENIC STRUCTURE OF SIBERIAN STONE PINE COENOPULATIONS AT FOREST-TUNDRA ECOTONE IN THE AKTRU GLACIER BASIN (THE ALTAI MOUNTAINS)

Svetlana A. Nikolaeva

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academicheskyy pr., Ph. D., senior research scientists of Laboratory of Dynamics and Stability of Ecosystems, tel. (3822)49-27-43, e-mail: sanikoll@rambler.ru

Elena O. Filimonova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academicheskyy pr., Ph. D., engineer of Laboratory of Dynamics and Stability of Ecosystems, tel. (3822)49-27-43, e-mail: smelena82@mail.ru

The ontogenic structure of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) coenopopulations was studied at the forest-tundra ecotone in the Aktru glacier basin (the Severo-Chuisky Range, the central Altai Mountains).

Key words: ontogenic structure, coenopopulation, ecotone, Siberian stone pine, *Pinus sibirica*, Altai Mountains.

Высокогорные сообщества являются одним из чутких индикаторов природных процессов и явлений. Комплексные эколого-биологические исследования растительных сообществ в горно-ледниковом бассейне (ГЛБ) Актру (северный макросклон Северо-Чуйского хребта, Центральный Алтай) являются составной частью исследований ИМКЭС СО РАН региональных особенностей реакции экосистем на изменения среды и климата [3-6, 8 и др.]. Экотон – это

переходная полоса между двумя единицами растительности, на верхней границе – между лесной и расположенной выше нелесной растительностью. В экотоне по сравнению с лесным поясом резко возрастает отрицательное влияние факторов среды на деревья, в результате изменяются их численность и морфология, а также появляются иные жизненные формы [1 и др.]. Одним из существенных признаков популяции является онтогенетический состав, который позволяет оценивать ее устойчивость и способность к самоподдержанию [9].

В данном сообщении рассмотрены особенности онтогенетической структуры ценопопуляций кедра сибирского в пределах лесотундрового экотона ГЛБ Актру (Северо-Чуйский хребет, Центральный Алтай). Объект исследования – древесная растительность в виде групп и одиночных особей кедра, произрастающих на высотах 2235–2465 м над ур.м.

ГЛБ Актру (50°05′ с.ш., 87°45′ в.д.) характеризуется значительными абсолютными высотами (максимальная 4070 м), расположением хребта на пути влагонасыщенных воздушных масс, большим массивом оледенения, активным протеканием обвально-осыпных процессов. Борты долины, имеющие разную экспозицию, различаются крутизной, ветровым, температурным, влажностным и другими режимами [2, 7 и др.].

Численность особей разных онтогенетических состояний и жизненных форм учитывалась при сплошном перечеке на пробных площадях (ПП) в группах деревьев и трансектах (Т) при одиночном произрастании. Онтогенетические состояния и жизненные формы у кедра выделялись по качественным и количественным признакам [3, 5, 8].

В ГЛБ Актру лесной пояс формируют два вида деревьев – кедр сибирский и лиственница сибирская, лесотундровый экотон – в основном кедр, а лиственница встречается единично. В экотоне кедр представлен небольшими группами деревьев, кулисами или одиночными особями. Лесные сообщества (ценозы) в классическом понимании здесь отсутствуют. Ранее было установлено [6, 8], что количественные параметры (численность, высота, диаметр, возраст) ценопопуляций кедра изменяются в зависимости от абсолютной высоты местности, расстояния до ледников и защищенности местообитания от ветров. Кедр здесь встречается в виде нескольких жизненных форм [3, 8]: прямостоее дерево (одно-, мало- или многоствольное), кустовидное образование, стланец (рис. 1). Но по численности преобладают прямостоячие деревья (более 80 %).

Онтогенетическая структура ценопопуляций кедра в экотоне отличается от таковой в коренных лесах верхней части лесного пояса (рис. 2, 3 Б-В и А соответственно). На восточно-юго-восточном склоне выше границы сомкнутых лесов, т.е. в нижней части экотона, кедр формирует более или менее компактные группы с относительно высокой численностью (по 200–300 экз./га) особей виргинильного (v) и молодого генеративного (g_1) состояний (рис. 2 Б № П-16, В № П-23). В верхней части экотона такие группы образуются на пологих участках под защитой скалистых выступов и крупных камней до высоты 2350 м. Здесь спектры выровненные, а численность особей разных онтогенетических состояний до 100 экз./га (рис. 2 Б № П-25).

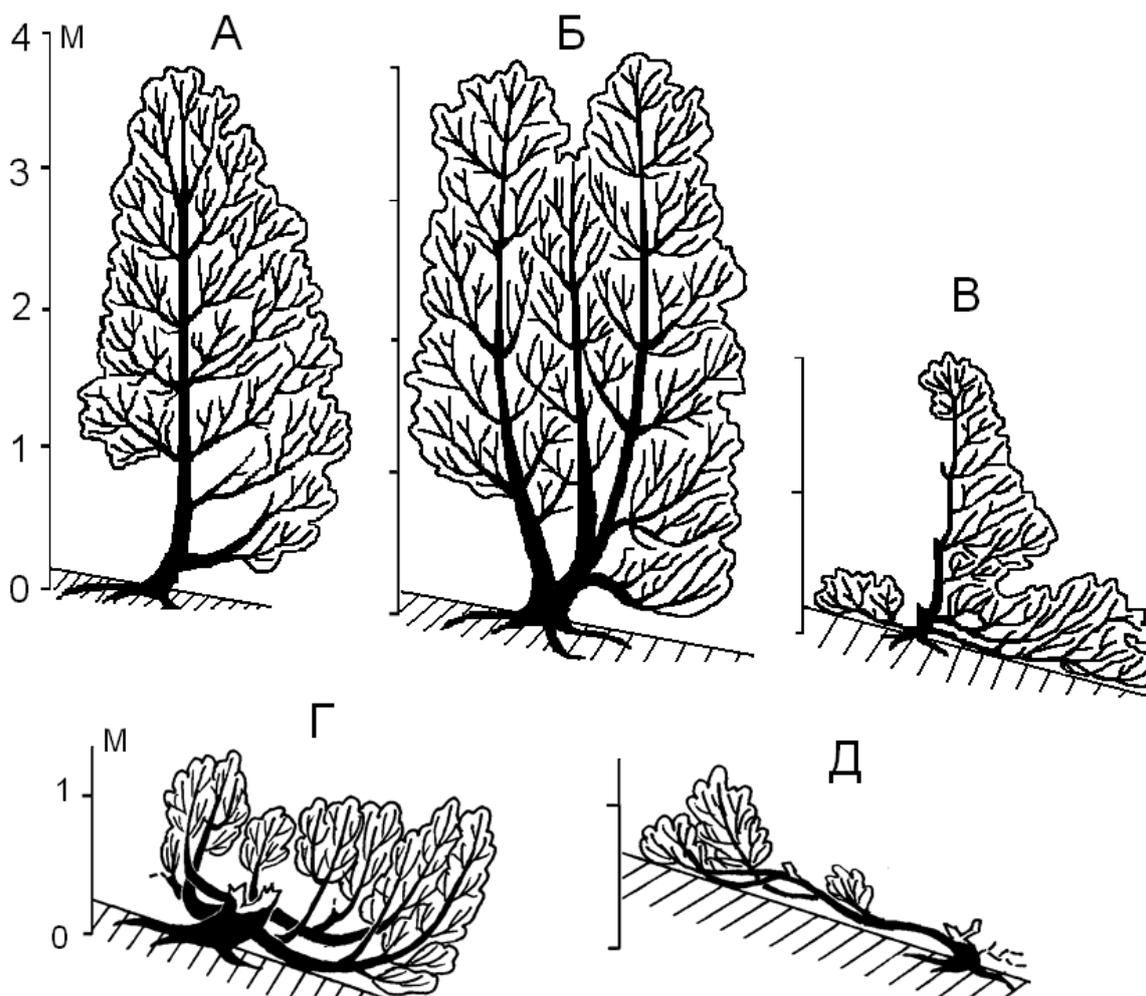


Рис. 1. Внешний вид особей кедр сибирского разных жизненных форм в лесотундровом экотоне горно-ледникового бассейна Актру:

А – прямостоячее одноствольное дерево, Б – прямостоячее малоствольное дерево, В – дерево с «юбкой», Г – кустовидная форма, Д – стланец. Нулевая отметка (0 м) соответствует основанию ствола

Вблизи понижений временных водотоков кедр формирует вытянутые полосы (кулисы). Большинство таких кулис находится в зоне схода лавин и селей, поэтому они отличаются низкой численностью особей, имеющих различные повреждения. Спектры таких ценопопуляций неполночленные, а особи в основном имеют имматурное (*im*), *v* и g_1 состояния (рис. 2 В № Т-23). Если такие участки находятся вне зоны действия лавин и селей, то в кулисах резко возрастает численность кедр этих состояний (рис. 2 Б № Т-16).

На западно-северо-западном склоне картина несколько иная. По всему экотону кедр формирует небольшие плотные группы с относительно высокой численностью особей разных онтогенетических состояний (200-300 и более экз./га). Преобладать могут особи любого состояния прегенеративного периода (ювенильные (*j*), *im* и *v*).

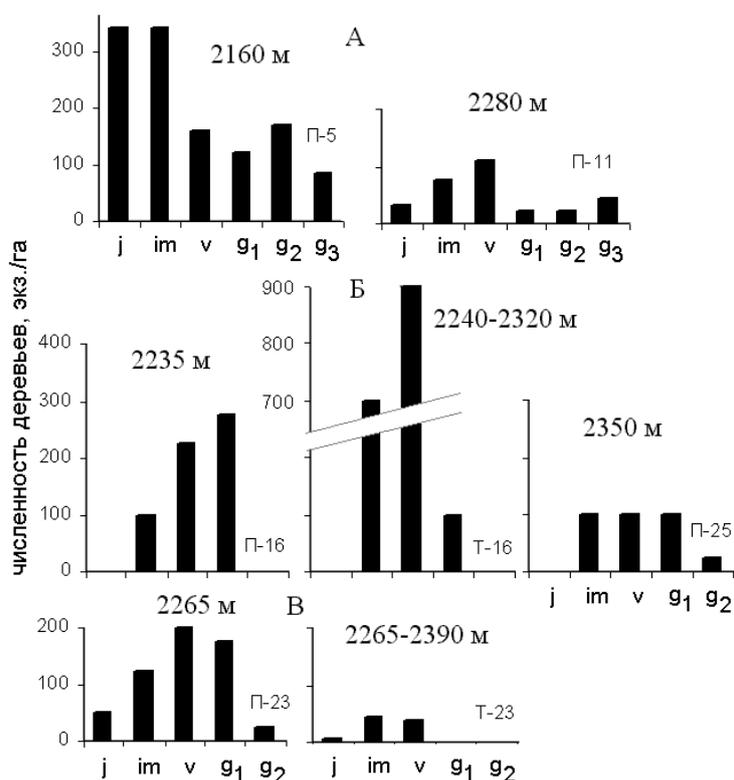


Рис. 2. Онтогенетические спектры ценопопуляций кедра сибирского в верхней части лесного пояса (А) и лесотундровом экотоне (Б, В) на восточно-юго-восточном склоне (левый борт) долины р. Актру
Состояние: *j* – ювенильное, *im* – имматурное, *v* – виргинильное, *g₁* – молодое, *g₂* – зрелое, *g₃* – старое генеративные. Около каждого графика № ПП или № Т и высота над ур. моря

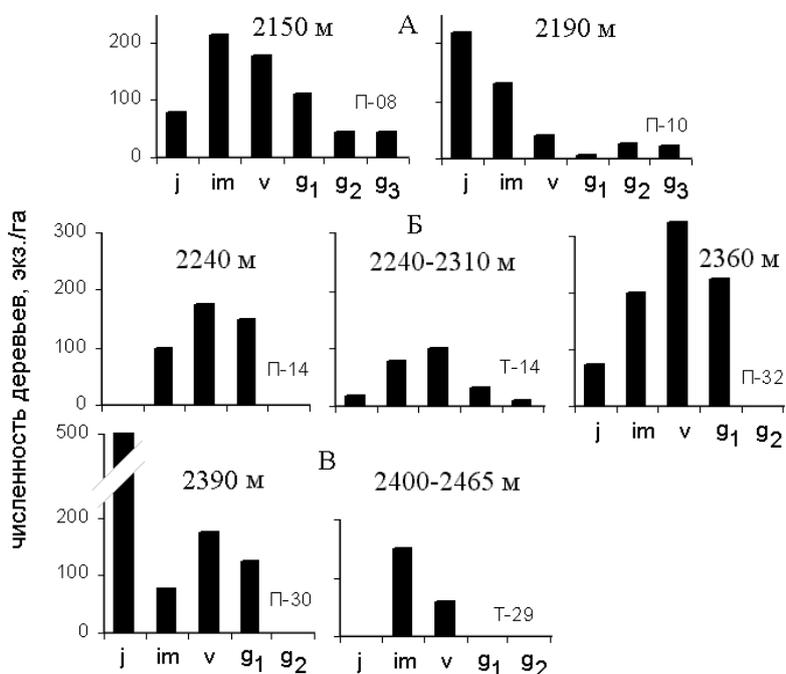


Рис. 3. Онтогенетические спектры ценопопуляций кедра сибирского в верхней части лесного пояса (А) и лесотундровом экотоне (Б, В) на западно-северо-западном склоне (правый борт) долины Актру
Обозначения – см. рис. 2

В достаточно большом количестве встречаются особи g_1 (рис. 3 Б № П-14, П-32, В № П-30). Эти группы располагаются на участках между отдельными обширными осыпями, под защитой скал поднимаясь до высоты 2390 м. Среди особей, произрастающих одиночно вблизи осыпей и скальных выходов на мелко- и среднеобломочном материале, численность кедров разных онтогенетических состояний обычно не превышает 100-150 экз./га, с преобладанием особей im или v состояний (рис. 3 Б № Т-14, В № Т-29).

В целом спектры ценопопуляций кедров экотона восточно-юго-восточного и западно-северо-западного склонов неполночленные. В группах могут преобладать особи кедров любого состояния прегенеративного периода (j , im и v) и даже g_1 , а деревья зрелого (g_2) и старого (g_3) генеративных состояний могут присутствовать единично на отдельных участках. В кулисах и при одиночном произрастании состав по сравнению с ниже и выше расположенными участками групп кедров омолаживается. Но преобладают обычно особи im и v состояний при полном отсутствии деревьев g_3 и крайне редкой встречаемости деревьев g_2 состояний.

Более суровые по сравнению с лесным поясом климатические условия, и активно происходящие здесь геоморфологические процессы (сели, лавины, камнепады и т.п.), приводящие к повреждению и гибели деревьев кедров, являются факторами, прямо или косвенно влияющими на освоение территории экотона кедром и состав и структуру его ценопопуляций. Эти факторы приводят к формированию ценопопуляций кедров, имеющих низкую численность особей и неполночленные спектры.

Работа выполнена при поддержке СО РАН (программа VII.63.1.4 и VIII.77.1.3), РФФИ (грант № 13-05-00762).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г. Фитоиндикация условия среды и природных процессов в высокогорьях. – М.: Наука, 1985. – 209 с.
2. Душкин М.А. Геоморфологический очерк ледникового бассейна Актру // Гляциология Алтая. – Томск, 1967. – Вып. 5. – С. 42-65.
3. Николаева С.А., Филимонова Е.О. Морфологические формы кедров в горно-ледниковом бассейне Актру: способы образования // Интродукция, сохранение биоразнообразия и зеленое строительство в горных территориях: Матер. Межрегион. научно-практ. конф. с международ. участием. – Камлак, 2014. – С. 84-88.
4. Тимошок Е.Е. Растительность горноледникового бассейна Актру (Северо-Чуйский хребет) // Вестник Томск. гос. ун-та. – 2001. – № 274. – С. 78–81.
5. Тимошок Е.Е., Николаева С.А., Скороходов С.Н., Савчук Д.А., Бочаров А.Ю. Особенности онтогенетических состояний генеративного периода *Pinus sibirica* (Pinaceae) в лесах Центрального Алтая // Раст. ресурсы. – 2009а. – Т.45, Вып. 1. – С. 3–12.
6. Тимошок Е.Е., Филимонова Е.О., Пропастилова О.Ю. Структура и формирование древостоев хвойных в экотоне верхней границы древесной растительности Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай) // Экология. – 2009б. – № 3. – С. 187-194.
7. Тронов М.В., Тронова Л.Б., Белова Н.И. Основные черты климата горно-ледникового бассейна Актру // Гляциология Алтая. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1965. – С. 3–48.

8. Филимонова Е.О. Структура насаждений кедров сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в лесотундровом экотоне Северо-Чуйского хребта (Центральный Алтай): Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. – Томск, 2014. – 23 с.

9. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С. и др. – М.: Наука, 1988. – 184 с.

© С. А. Николаева, Е. О. Филимонова, 2015

ДИНАМИКА ВОЗОБНОВЛЕНИЯ КЕДРА СИБИРСКОГО НА КЕТЬ-ЧУЛЫМСКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ (ЗАПАДНО-СИБИРСКАЯ РАВНИНА)

Светлана Александровна Николаева

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

Дмитрий Анатольевич Савчук

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

Рассмотрена динамика возобновления кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) с сообществах с развитым моховым покровом на Кеть-Чулымском междуречье (юг средней тайги Западно-Сибирской равнины) и ее связи с семеношением деревьев и погодно-климатическими условиями начала вегетационного сезона.

Ключевые слова: возобновление, цикличность, *Pinus sibirica* Du Tour, кедр сибирский, Западно-Сибирская равнина.

THE SIBERIAN STONE PINE REGENERATION DYNAMICS IN THE KET-CHULYM INTERFLUVE (WEST SIBERIAN PLAIN)

Svetlana A. Nikolaeva

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky pr., Ph. D., senior research scientists of Laboratory of Dynamics and Stability of Ecosystems, tel. (3822)49-27-43, e-mail: sanikoll@rambler.ru

Dmitry A. Savchuk

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky pr., Ph. D., senior research scientists of Laboratory of Dynamics and Stability of Ecosystems, tel. (3822)49-27-43, e-mail: savchuk@imces.ru

The regeneration dynamics of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) in mossy communities in the Ket-Chulyum Interfluve (the middle subzone of taiga, West Siberian Plain) and its relations with seed cone production and climate are described.

Key words: regeneration, cyclicity, Siberian stone pine, *Pinus sibirica* Du Tour, West Siberian Plain.

Существование популяций растений определяется, в первую очередь, способностью их к самоподдержанию, или возобновлению. Лесообразовательный процесс в лесных экосистемах, также как и все природные процессы, характеризуются направленностью, цикличностью и необратимостью. Наиболее уязвимым звеном этого процесса являются его начальные этапы [7-9, 11 и др.].

В Западной Сибири имеются большие площади темнохвойно-кедровых лесов, которые восстанавливаются после катастрофических воздействий через смену пород [6 и др.]. Поэтому большое теоретическое и практическое значение имеет знание закономерностей их естественного восстановления.

В данном сообщении рассмотрена динамика численности всходов и самосева кедра сибирского в коренных и производных сообществах кедровников на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (на примере Томской области).

Объект исследования – лесные (коренные и производные) сообщества, в которых имеется всходы и самосев кедра, произрастающие на Кеть-Чулымском междуречье (юг средней тайги Западно-Сибирской равнины).

Междуречье правых притоков р. Оби – Кети и Чулыма – представляет собой слабодренированную равнину. Оно находится в достаточно влажной климатической зоне холодно-умеренного пояса и характеризуется избыточным увлажнением в средние и влажные годы и оптимальным – в сухие [1 и др.].

Численность особей кедра учитывали на площадках по 4 м² или трансектах шириной 1 м. Возраст мелкого подроста кедра подсчитывали по количеству годичных побегов на стволике, более крупного – на срезах стволика около семядольного кольца. Динамику плодоношения (энергия плодоношения) ретроспективно восстанавливали по числу наружных (на коре) и внутренних (на поперечных спилах) следов шишек на каждом годичном побеге плодоносящих ветвей деревьев [3].

Анализ динамики появления всходов кедра показывает, что наибольшее их количество приходится на первые 5-7 лет после прорастания орехов. Число самосева в большинстве обследованных сообществ резко снижается на шестой-восьмой год (рис. 1, 2). В дальнейшем амплитуда колебаний их численности сглаживается. Такая повышенная гибель особей кедра старше 5-7-летнего возраста, помимо отрицательного влияния факторов окружающей среды, обусловлена слабым развитием их корневой системы [4].

По обследованию 1985-1987 гг. пик в появлении всходов кедра в кедровниках мелкотравно-зеленомошных приходится на 1982-1983 гг., в чернично-зеленомошных – на 1982 г. и в осоково-сфагновых – на 1981 г. (рис. 1 А-В). По обследованию 1994 г. такие пики в сосняке бруснично-зеленомошном наблюдаются в 1990 г. и 1993-1994 гг., в кедровниках чернично-зеленомошных – в 1990, 1992 и 1994 гг., в фитоценозе олиготрофного болота – в 1992 и 1994 гг. (рис. 2 А-В).

Появление и дальнейшее выживание всходов определяются четырьмя группами факторов: 1) репродуктивные, 2) погоднo-климатические, 3) фитоценотические, 4) зооценотические [8-9 и др.].

Фитоценотический (состав и структура ярусов леса) и зооценотический (распространители и потребители ореха) факторы, влияющие на динамику появления всходов [2, 10 и др.], в этом сообщении не рассматриваются. Их воздействие на возобновление было минимизировано за счет подбора соответствующих сообществ и микробиотопов в них.

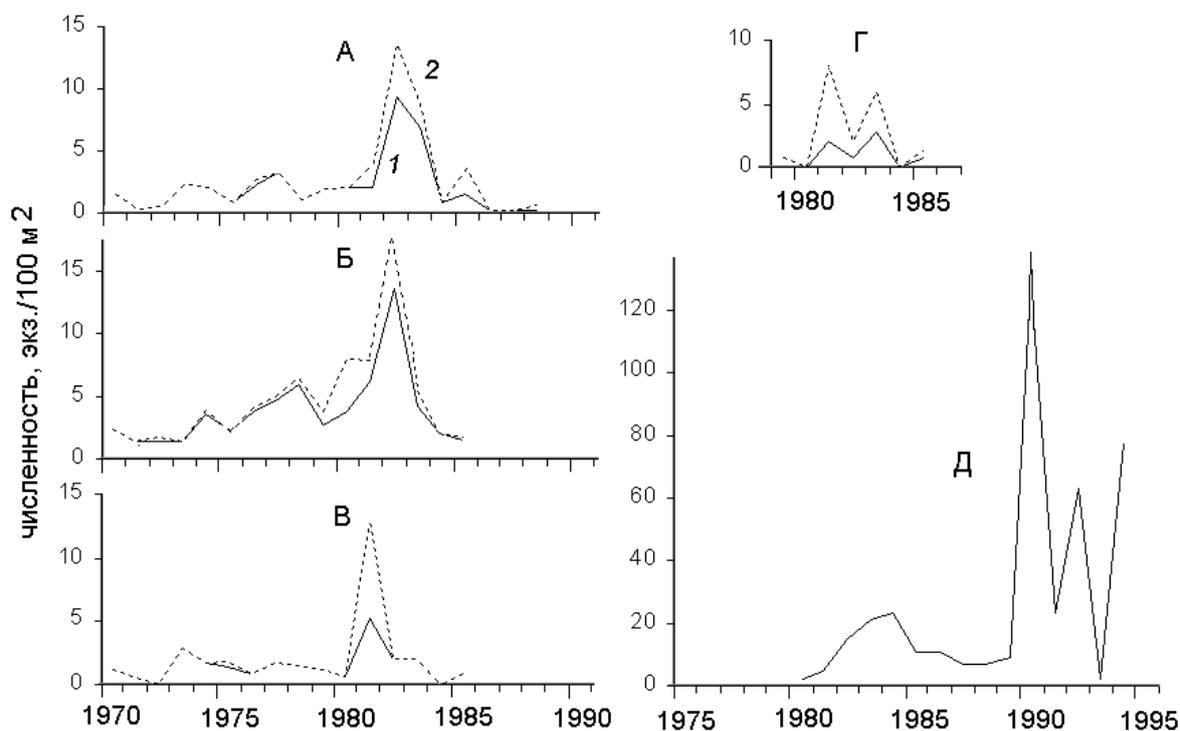


Рис. 1. Динамика абсолютной численности особей кедрового сибирского под материнским пологом (А-В, Д) и на вырубке (Г)

Кедровники: А – мелкотравно-зеленомошные, Б – чернично-зеленомошные, В – осокково-сфагновые. Лиственный молодняк (13-летняя вырубка кедровника чернично-зеленомошного): Г – мертвопокровный (под пологом), Д – моховой (без полога). Учеты: А-В – 1985-1987 гг., Г-Д – 1994 г. 1 – данные без учета количества особей в гнезде, 2 – с учетом всех особей в гнезде

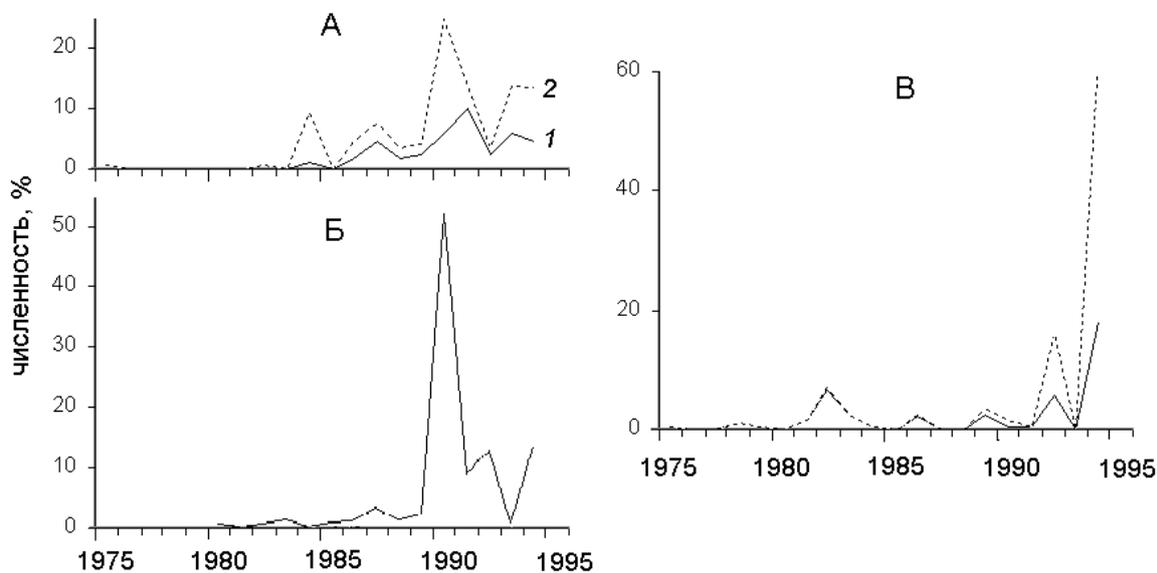


Рис. 2. Динамика относительной численности особей кедрового сибирского в разных типах растительности:

А – сосняк бруснично-зеленомошный, Б – кедровники чернично-зеленомошные, В – клюквенно-сфагновый фитоценоз в центральной части олиготрофного болота. Остальные обозначения см. рис. 1

Генеративная деятельность деревьев – фактор, имеющий решающее значение для успешности возобновления [8-9, 11 и др.]. В многолетней динамике энергии плодоношения деревьев наиболее заметен 3-летний цикл с варьированием от 2 до 6 лет [5]. В структуре цикличности динамики возобновления также выделяется 3-летний цикл с варьированием от 2 до 5 лет. Совпадение циклов динамики половой репродукции и возобновления свидетельствует, вероятно, об определяющей роли первой в цикличности второй.

По данным многолетней динамики энергии плодоношения кедр в кедровнике чернично-зеленомошном [5] за период 1976-1993 гг. урожаи выше среднего были в 1980-1981, 1984, 1986, 1988-1991 и 1993 гг. (рис. 3). Из 12 лет (1976-1987 гг.), за которые имеются данные по заготовкам ореха в северных районах Томской области, три года (1981, 1984, 1986) совпадают с годами хорошей заготовки ореха, восемь лет – со слабой, и только один год (1980) повышенной энергии плодоношения соответствует году со слабым сбором урожая.

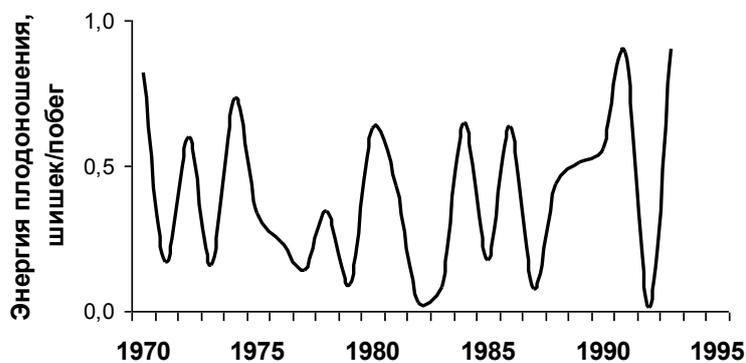


Рис. 3. Погодичная динамика энергии плодоношения кедр сибирского в 240-летнем кедровнике

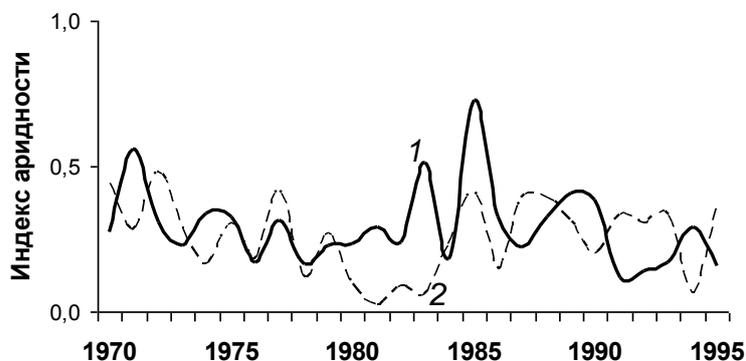


Рис. 4. Погодичная динамика индекса аридности в начале вегетационного сезона: 1 – май, 2 – июнь

В целом годам с урожаем выше среднего соответствуют годы с повышенным количеством самосева на следующий год. Но эта зависимость более четко прослеживается в первые 5-7 лет после появления всходов, и ослабевает в дальнейшем.

Годы с повышенной численностью самосева соотносятся с периодами одновременного увеличения температуры воздуха и снижения количества осадков начала вегетационного сезона. Если в начале 1980-х годов такой период для возобновления приходился на июнь, то в начале 1990-х он сместился на май из-за глобального потепления климата. Иными словами, успешности возобновления способствовала повышенная аридность климата (рис. 4), вызывающая усиленное иссушение переувлажненного субстрата (моховой покров в полугидроморфных и гидроморфных местообитаниях) и благоприятствующая прорастанию семян и сохранности всходов.

Таким образом, на начальных этапах лесовосстановления в сообществах с хорошо развитым моховым покровом семеношение деревьев является одним из основных естественных факторов успешности возобновления. В дальнейшем этот фактор сменяется погодно-климатическим в начале вегетационного сезона.

Исследования проведены при поддержке Сибирского отделения РАН.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Борисов А.А. Климаты СССР. – М.: Просвещение, 1967. – 296 с.
2. Воробьев В.Н. Кедровка и ее взаимосвязи с кедром сибирским (Опыт количественного анализа). – Новосибирск: Наука, 1982. – 112 с.
3. Воробьев В.Н., Горошкевич С.Н., Савчук Д.А. Ретроспективное изучение динамики половой репродукции кедра сибирского // Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии. – Свердловск, 1990. – С.33–34.
4. Николаева С.А. Начальные этапы онтогенеза *Pinus sibirica* в условиях средней тайги // Бот. журн. – 2002. – Т. 87, № 3. – С. 62-71.
5. Николаева С.А., Савчук Д.А. Особенности плодоношения деревьев кедра сибирского на Кеть-Чулымском междуречье // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т. 4. – С. 82-87.
6. Проблемы кедра. Оптимизация использования и воспроизводства ресурсов / Паневин В.С., Воробьев В.Н., Парамонов Е.Г. и др. – Томск: ТНЦ СО АН СССР, 1989. – 158 с.
7. Санников С.Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. М.: Наука. 1992. 264 с.
8. Комин Г.Е. Экологическая сущность циклической динамики лесов // Экология. – 1981. – № 3. – С. 46-53.
9. Комин Г.Е. Цикличность лесообразовательного процесса // Лесоведение. – 1993. – № 1. – С. 3-9.
10. Таланцев Н.К. Некоторые особенности формирования кедровых молодняков на гарях в таежной зоне // Эффективность использования лесных ресурсов и их восстановление в Западной Сибири. – Новосибирск, 1971. – С. 167-174.
11. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С. и др. – М.: Наука, 1988. – 184 с.

© С. А. Николаева, Д. А. Савчук, 2015

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ КЕДРА В ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ЛЕСНОГО ПОЯСА ГОРНО-ЛЕДНИКОВОГО БАССЕЙНА АКТРУ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЛТАЙ)

Светлана Александровна Николаева

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории динамики и устойчивости экосистем, тел. (3822)49-27-43, e-mail: sanikol1@rambler.ru

В верхней части лесного пояса горно-ледникового бассейна Актру (северный макросклон Северо-Чуйского хребта, Центральный Алтай) изучена онтогенетическая структура ценопопуляций кедров сибирского в коренных и производных лесных сообществах.

Ключевые слова: онтогенетическая структура, ценопопуляции, *Pinus sibirica* Du Tour, кедр сибирский, Центральный Алтай.

ONTOGENIC STRUCTURE OF SIBERIAN STONE PINE COENOPOPULATIONS IN THE UPPER FOREST BELT IN THE AKTRU GLACIER BASIN (THE CENTRAL ALTAI MOUNTAINS)

Svetlana A. Nikolaeva

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academicheskyy prospekt, Ph. D., senior research scientists of Laboratory of Dynamics and Stability of Ecosystems, tel. (3822)49-27-43, e-mail: sanikol1@rambler.ru

The ontogenic structure of Siberian stone pine coenopopulations was studied in the primary and secondary Siberian stone pine and Siberian larch communities in the upper forest belt of the Aktru glacier basin (the Severo-Chuisky Range, the central Altai Mountains).

Key words: ontogenic structure, coenopopulations, Siberian stone pine, *Pinus sibirica*, Altai Mountains.

Высокогорные сообщества являются одним из чутких индикаторов природных процессов и явлений. Комплексные эколого-биологические исследования лесов в верхней части лесного пояса в горно-ледниковом бассейне (ГЛБ) Актру (северный макросклон Северо-Чуйского хребта, Центральный Алтай) являются составной частью исследований ИМКЭС СО РАН региональных особенностей реакций лесных экосистем на изменения климата [1, 6, 7 и др.]. Одним из существенных признаков популяции является онтогенетический состав, который позволяет оценивать ее устойчивость и способность к самоподдержанию [9].

В данном сообщении рассмотрены особенности онтогенетической структуры ценопопуляций кедров сибирского в сообществах верхней части лесного пояса ГЛБ Актру. Объект исследования – коренные и производные леса, произрастающие на высотах 2000–2350 м над ур.м.

ГЛБ Актру (50°05' с.ш., 87°45' в.д.) характеризуется значительными абсолютными высотами (максимальная 4070 м), расположением хребта на пути влагонасыщенных воздушных масс, большим массивом оледенения, активным протеканием обвально-осыпных процессов [2, 8].

Численность особей разных онтогенетических состояний учитывалась при сплошном перечете на пробных площадях (ПП) для взрослых деревьев и на трансектах для молодых. Онтогенетические состояния у кедра (рис. 1) выделялись по качественным и количественным признакам [4, 7].

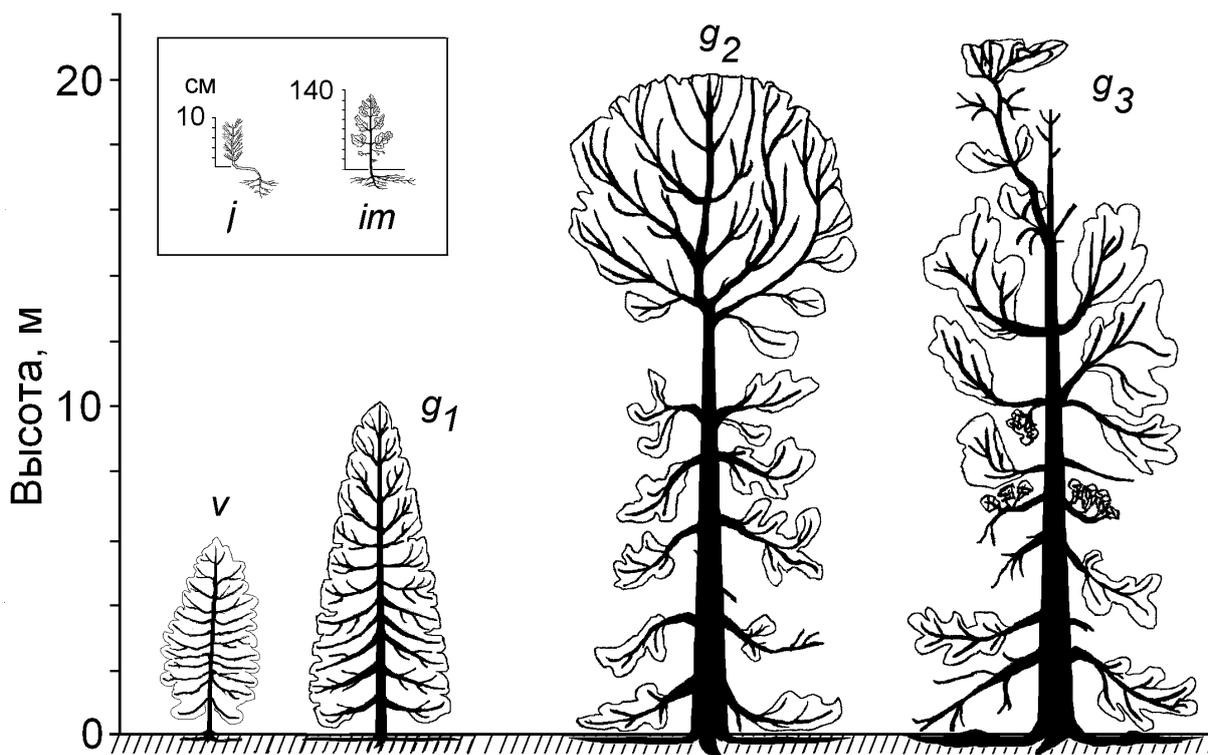


Рис. 1. Онтогенетические состояния кедра сибирского

в верхней части лесного пояса горно-ледникового бассейна Актру
Состояние: *j* – ювенильное, *im* – имматурное, *v* – виргинильное, *g₁* – молодое, *g₂* – зрелое, *g₃* – старое генеративные

Коренные леса, сохранились в верхней части ГЛБ Актру (высота 2100–2300 м н.у.м.) и представлены сомкнутыми кедровыми и лиственнично-кедровыми сообществами (сомкнутость крон 0,7–0,9) и кедровыми редколесьями (0,3–0,5). Древостои, по данным А.Ю. Бочарова [1], являются циклично-разновозрастными и представлены 4–6 основными генерациями. В этих сообществах кедр представлен особями всех онтогенетических состояний, т.е. его спектры – полночленные (рис. 2).

Коренные сообщества с разной густотой древостоя и сомкнутостью полога отличаются друг от друга по морфологии деревьев [7] и по онтогенетической структуре ценопопуляций кедра. В сомкнутых коренных сообществах, возраст

первого поколения которых более 400 лет (ПП № 5, 8, 46), по численности преобладают особи прегенеративного периода, т.е. онтогенетические спектры ценопопуляций кедр левосторонние (рис. 2 А) и близки по форме к спектрам равнинных таежных кедровников [3]. В редколесьях (ПП №, 26, 2а, 10, 11в) из-за низкой численности особей в онтогенетических спектрах ценопопуляций кедр ни одна из групп явно не преобладает (рис. 2 Б).

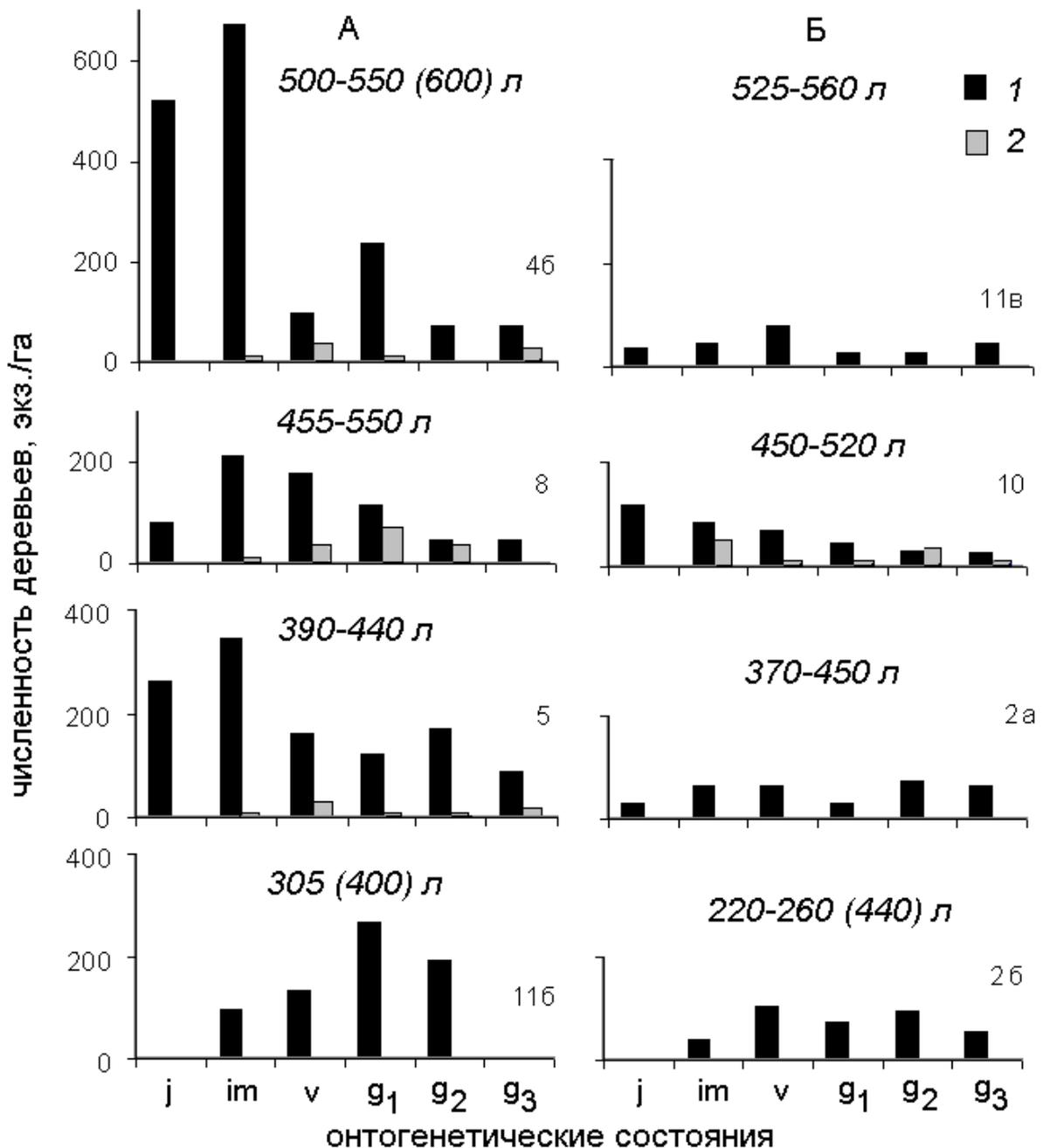


Рис. 2. Онтогенетические спектры ценопопуляций кедр в коренных сообществах верхней части лесного пояса ГЛБ Актру Древостой: А – сомкнутый (0,7–0,9), Б – разреженный (0,3–0,5). Порода: 1 – кедр сибирский, 2 – лиственница сибирская. Около каждого графика – номер ПП и возраст старого поколения, в скобках – единичных деревьев. Остальные обозначения см. рис. 1

На лесных участках, пройденных пожарами, что зафиксировано В.В. Сапожниковым в 1898 г. [5], сформировались условно-разновозрастные лиственничные и кедрово-лиственничные леса, на флювиогляциальных отложениях – условно-одновозрастные лиственничники [1, 6]. Они расположены в нижней части ГЛБ (2050–2150 м) В этих производных сообществах верхний ярус образует, как правило, лиственница, реже – кедр (ПП № 13, 15 и № 14 соответственно). Здесь отсутствуют деревья кедра старого генеративного состояния (g_3), но велика доля особей ювенильного (j) и имматурного (im) состояний (подрост), т. е. спектры его ценопопуляций – неполночленные и левосторонние (рис. 3). В лиственничнике (ПП № 12), сформировавшемся на флювиогляциальных отложениях, сходная картина.

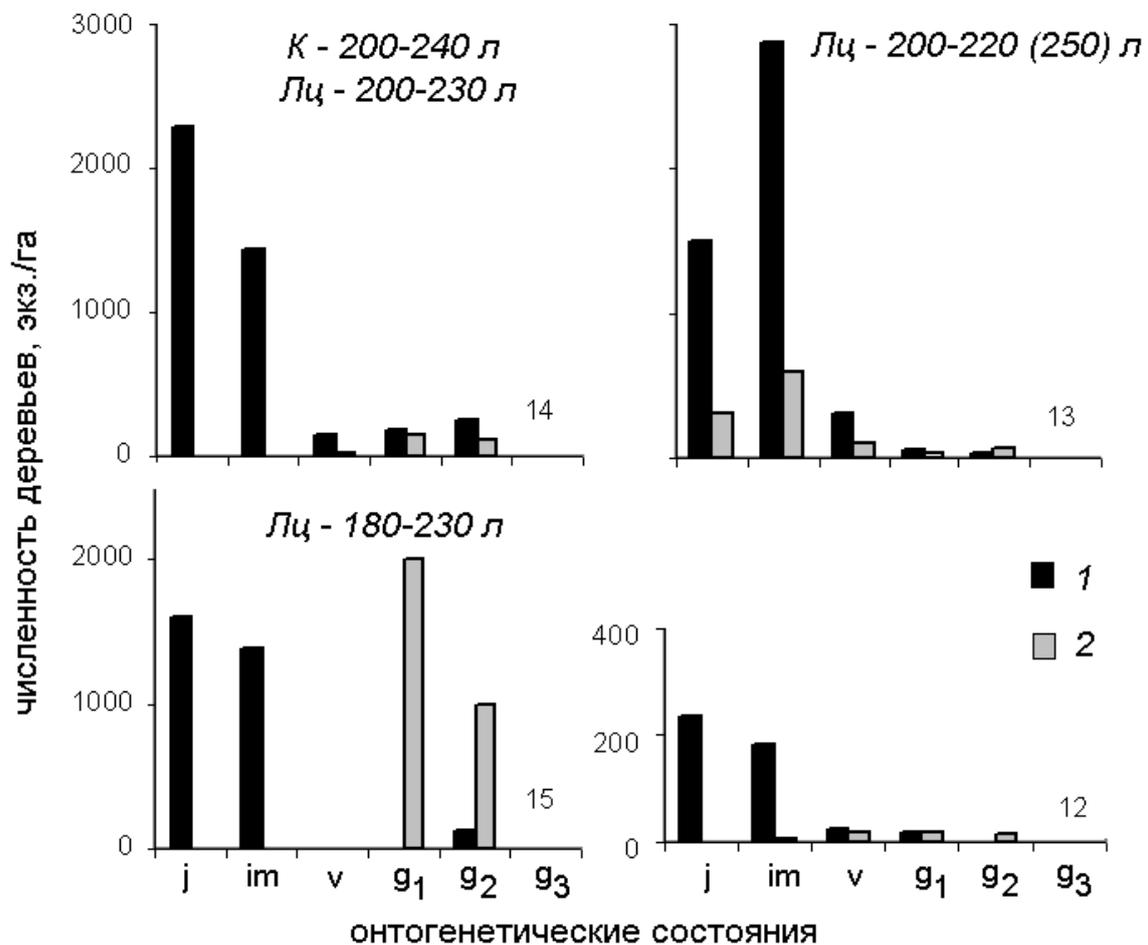


Рис. 3. Онтогенетические спектры ценопопуляций кедра в производных сообществах верхней части лесного пояса ГЛБ Актру
Сообщества: ПП № 15, 13, 14 – послепожарные, ПП № 12 – на флювиогляциальных отложениях. Остальные обозначения см. рис. 1, 2

Различия в онтогенетической структуре ценопопуляций кедра, густоте древостоев и сомкнутости полога сообществ, по-видимому, в основном определяются местоположением сообществ по отношению к леднику, механическим

составом почвогрунтов и активностью геоморфологических процессов. Густота и сомкнутость снижаются, а онтогенетические спектры из полночленных и левосторонних становятся неполночленными и выровненными в сообществах, которые ближе расположены к ледникам (ПП № 2а, 2б), на почвогрунтах, состоящих из очень крупного обломочного материала (ПП № 11в, 10), и в областях схода лавин, селей и т.п. (ПП № 11в).

Отдельные фрагменты леса (локусы) имеют разный размер, возраст деревьев и онтогенетическую структуру и, скорее всего, представляют собой разные фазы возрастного развития кедровых лесов. В этих сообществах происходят периодические колебания численности деревьев разных поколений и онтогенетических состояний. Например, два таких участка леса состоят из трех разных локусов каждый, два из которых являются кедровыми – ПП № 2а и 2б и ПП № 11б и 11в (рис. 2). Ценопопуляции кедра в двух локусах (ПП № 2б и 11б) являются омоложенными по сравнению с двумя другими (ПП № 2а и 11в) за счет частичного или полного выпадения наиболее старых деревьев, имеющих возраст более 400 лет и состояние g_3 (рис. 2). Через 50–150 лет картина на этих участках может измениться на противоположную.

В производных сообществах (максимальный возраст деревьев составляет 220–250 лет) после пожаров 100–150-летней давности идут процессы восстановления. Здесь по сравнению с коренными лесами оказались наиболее благоприятные условия для появления и развития кедра как 100–150 лет назад, так и в настоящее время (рис. 3, ПП № 13–15).

Таким образом, особенности онтогенетической структуры ценопопуляций кедра сибирского в верхней части лесного пояса ГЛБ Актру определяются местоположением последних, механическим составом почвогрунтов, степенью и давностью воздействия внешних факторов. В коренных сообществах наблюдаются колебания численности деревьев разного возраста и онтогенетического состояния (флуктуации), в производных сообществах – идет накопление особей большего абсолютного и биологического возраста (сукцессии).

Работа выполнена при поддержке СО РАН (программа VII.63.1.4 и VIII.77.1.3)

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочаров А.Ю. Структура и динамика высокогорных лесов Северо-Чуйского хребта (Горный Алтай) в условиях изменений климата // Вестник Томск. гос. ун-та. – 2011. – № 352. – С. 203–206.

2. Душкин М.А. Геоморфологический очерк ледникового бассейна Актру // Гляциология Алтая. – Томск: Изд-во ТГУ, 1967. – Вып. 5. – С. 42–65.

3. Николаева С.А. Онтогенетическая структура ценопопуляций кедра сибирского в сообществах восстановительно-возрастного ряда кедровников зеленомошных Кеть-Чулымского междуречья // Вестник Томск. гос. ун-та. Биология. – 2009. – № 1 (5). – С. 71–81.

4. Николаева С.А., Велисевич С.Н., Савчук Д.А. Онтогенез *Pinus sibirica* на юго-востоке Западно-Сибирской равнины // Журн. Сиб. федерал. ун-та. Биология. – 2011. – Т. 4. № 1. – С. 3–12.

5. Сапожников В.В. По Русскому и Монгольскому Алтаю. – М.: Изд-во геогр. лит-ры, 1949. – 578 с.
6. Тимошок Е.Е. Растительность горноледникового бассейна Актру (Северо-Чуйский хребет) // Вестник Томск. гос. ун-та. – 2001. – № 274. – С. 78–81.
7. Тимошок Е.Е., Николаева С.А., Скороходов С.Н., Савчук Д.А., Бочаров А.Ю. Особенности онтогенетических состояний генеративного периода *Pinus sibirica* (Pinaceae) в лесах Центрального Алтая // Раст. ресурсы. – 2009. – Т.45, Вып. 1. – С. 3–12.
8. Тронов М.В., Тронова Л.Б., Белова Н.И. Основные черты климата горноледникового бассейна Актру // Гляциология Алтая. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1965. – С. 3–48.
9. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Заугольнова Л.Б., Жукова Л.А., Комаров А.С. и др. – М.: Наука, 1988. – 184 с.

© С. А. Николаева, 2015

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ДРЕВЕСНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ С ПОЗИЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Мария Алексеевна Мельник

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, тел. (3822)49-22-23, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

Елена Сергеевна Волкова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, тел. (3822)49-22-23, e-mail: elevolko@yandex.ru

В статье оценивается величина потенциальной древесной продуктивности лесов по лесничествам Томской области методом перевода объемных величин в их энергетический эквивалент. С помощью ГИС-технологий, позволяющих визуализировать полученные показатели, выделяются географические особенности скорости аккумуляции природной энергии в древесной биомассе.

Ключевые слова: древесная продуктивность, энергетический анализ, биоэнергетический потенциал.

GEOGRAPHICAL FEATURES OF THE WOOD FOREST POTENTIAL PRODUCTIVITY OF TOMSK OBLAST FROM ENERGY ANALYSIS POSITION

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, Research Scientist, tel. (3822)49-22-23, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

Elena S. Volkova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademicheskyy Av., senior researcher, candidate of geographic science, Associate Professor, tel. (3822)49-22-23, e-mail: elevolko@yandex.ru

The amount of potential wood forest productivity for forest area of Tomsk oblast is estimated in the paper by the transfer of volume quantities in their energy equivalent. With the help of GIS technologies allow to visualize the figures obtained geographical features of the accumulation rate of natural energy in woody biomass are allocated.

Key words: wood productivity, energy analysis, bio-energy potential.

Проблема повышения продуктивности лесов одна из самых актуальных и важных для современного лесоводства и рационального лесопользования. Основной задачей повышения продуктивности принято считать получение наибольшего количества древесины с единицы площади за единицу времени, а также улучшение качества древесины и сокращение потерь в общем балансе

выращиваемой и получаемой древесины [1]. Однако ведение хозяйственной деятельности, направленное на комплексное использование древесных и недревесных лесных ресурсов, определяет повышение продуктивности лесов с разных позиций. Принято выделять древесную, экологическую, биологическую и комплексную продуктивность. В последние десятилетия особое внимание уделяется вопросу исследования древесной продуктивности лесов с позиции энергетического потенциала.

В современных условиях нарастающего дефицита ископаемых энергоресурсов, лес как источник возобновляемой энергии приобретает особую значимость. Проблемы изучения потенциальной энергетической продуктивности лесов необходимо решать лесоводственно-таксационными, лесотипологическими и климатологическими методами. Однако оптимальное использование условий произрастания лесных насаждений невозможно без изучения специфики географических особенностей изучаемой территории. Изучение этих особенностей позволяет создать комплексную географическую картину формирования потенциальной продуктивности леса: природные энергетические потоки, формирующие условия для развития лесонасаждения; условия подстилающей поверхности и геоморфологические особенности местности; зональные и а зональные признаки распределения почвенно-растительного покрова и т.д.

Основными потоками природной энергии для формирования и роста лесных насаждений являются солнечная энергия, химическая энергия осадков и энергия питательных веществ почвы. Например, для сосны обыкновенной в среднем на территории Томской области в год требуется $42 \cdot 10^6$ МДж/га солнечной энергии; энергии осадков – 25540 МДж/га; энергии питательных веществ почвы – 11015,97 МДж/га [2]. Это говорит о том, что основной вклад в увеличение продуктивности древостоя вносит солнечная составляющая, которая трансформируется и аккумулируется в других природных потоках.

Скорость накопления древесной биомассы зависит от породного состава древостоя и условий местопроизрастания [3]. В связи с этим актуальным становится вопрос исследования скорости аккумуляции и пространственного распределения энергии в лесах различной структуры. Расчеты показали, что общий энергетический запас лесов Томской области, рассчитанный по низшей теплотворной способности древесины всех лесообразующих пород, составил $268,887 \cdot 10^{17}$ Дж [4]. Если значение показателя энергетического запаса лесопокрытой площади демонстрирует количество тепловой энергии, накопленной в стволовой древесине к настоящему периоду, то показатель потенциальной продуктивности территории по среднему приросту насаждений говорит о перспективах на будущее.

Продуктивность территории по среднему приросту насаждений в разрезе лесничеств Томской области рассчитана с учетом значений теплотворной способности древесины и величины среднего прироста основных лесообразующих пород, согласно следующей формуле:

$$E_Z = \sum_{i=1}^n Z_i \cdot Q_i \cdot S_i, \quad (1)$$

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

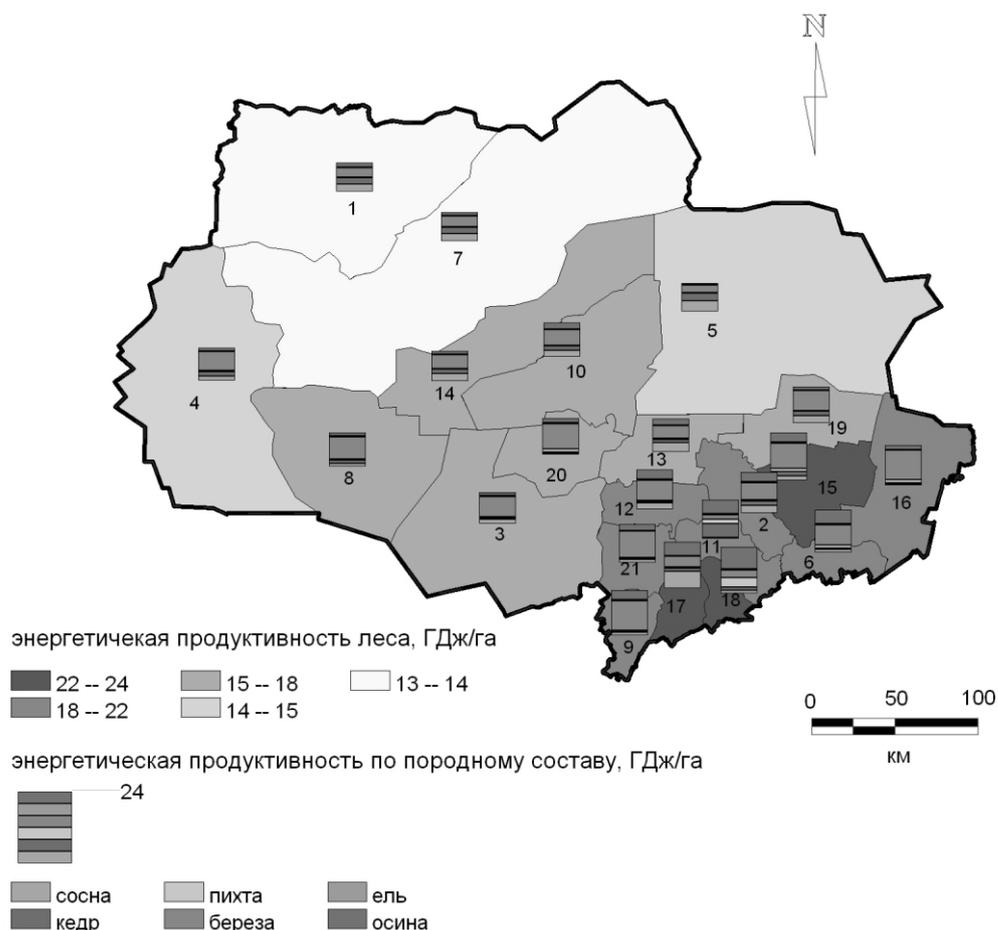


Рис. 3. Энергетическая продуктивность лесов Томской области

Лесничества: 1 – Александровское, 2 – Асиновское, 3 – Бакчарское, 4 – Васюганское, 5 – Верхнекетское, 6 – Зырянское, 7 – Каргасокское, 8 – Кедровское, 9 – Кожевниковское, 10 – Колпашевское, 11 – Корниловское, 12 – Кривошеинское, 13 – Молчановское, 14 – Парабельское, 15 – Первомайское, 16 – Тегульдетское, 17 – Тимирязевское, 18 – Томское, 19 – Улу-Юльское, 20 – Чаинское, 21 – Шегарское

Пространственная дифференциация лесов по показателю энергетической древесной продуктивности (рис. 1) имеет ярко выраженную субширотную зональность и в определенной степени коррелирует с распределением плотности солнечной энергии по территории области. Однако гидрологические особенности, рельеф и заболоченность территории накладывают свое влияние, сдвигая зоны распределения энергетической продуктивности на юго-восток.

Наиболее эффективными в энергетическом плане являются леса Тимирязевского, Первомайского и Томского лесничеств. Это обусловлено как высокими показателями класса бонитета лесов, так и тем, что березовые насаждения, вносящие основной вклад в величину энергетической продуктивности, имеют здесь наименьшие по области показатели среднего возраста [5]. Преобладание высокобонитетных хвойных лесов на территории этих лесничеств, предопределяет нерациональность их использования в энергетических целях.

Достаточно высокие значения энергетического запаса и энергетической продуктивности наблюдаются в более северных лесах Кедровского, Парабельского и Васюганского лесничеств. Здесь в породной структуре лесов преобладают березовые насаждения, значительно менее ценные в промышленном отношении, чем хвойные породы. Однако производительность мягколиственных лесов и теплотворная способность их древесины значительно выше, это определяет их высокую энергопродуктивность. С учетом отдаленности и труднодоступности этих территорий столь высокий биоэнергетический потенциал создает дополнительные преимущества для этих районов.

Повышение энергетической продуктивности Томской лесов области возможно, главным образом, за счет переориентации вектора ведения лесного хозяйства на отдаленных и труднодоступных территориях Кедровского, Парабельского и Васюганского лесничеств в сторону более энергопродуктивных мягколиственных пород. Здесь необходимо не допустить накопления перестойных насаждений, организовать подбор и размещение древесных пород с учётом лесорастительных условий, улучшить состав древостоя путем введения быстрорастущих, высокопродуктивных древесных пород, а также максимально использовать фитомассу древесины, в том числе и отходы лесозаготовок.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-05-98060 р_сибирь_a).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Поликарпов В.П. Формирование и продуктивность древостоев. – Изд-во «Наука». – Новосибирск, 1981. – 298 с.
2. Иванова М.М. Эколого-энергетический анализ процессов восстановления лесов Томской области (на примере сосны обыкновенной) // Вестник ТГУ. 2010. № 336. С. 187–191.
3. Калашников П.Л. Древесиноведение и лесное товароведение». – Москва, 1963. – Голесбумиздат. – 256 с.
4. Мельник М.А., Волкова Е.С. Территориальные особенности биоэнергетического потенциала лесных ресурсов Томской области // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: <http://www.science-education.ru/119-15157> (дата обращения: 31.10.2014).
5. Лесной план Томской области, в 3-х книгах (проект) / Департамент разв. Предприним. и реального сектора экономики ТО; ОАО «Лесинвест»; ИМКЭС СО РАН. – Книга 1. – Томск, 2008. – 238 с.

© М. А. Мельник, Е. С. Волкова, 2015

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Мария Алексеевна Мельник

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, тел. (3822)49-22-23, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

В работе рассматриваются некоторые проблемные вопросы, связанные с оценкой доступности лесных ресурсов для таежной зоны Западной Сибири. Освещается региональная специфика транспортной инфраструктуры, задействованной в лесозаготовительной деятельности. Предложены методические подходы к оценке транспортной доступности лесных ресурсов отдаленных территорий Томской области.

Ключевые слова: транспортная доступность, ресурсно-сырьевой потенциал лесов, транспортные риски, опасные природные явления, рациональное лесопользование.

SOME ASPECTS OF TRANSPORT ACCESSIBILITY OF FOREST RESOURCES IN WESTERN SIBERIA

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, Research Scientist, tel. (3822)49-22-23, e-mail: melnik-m-a@yandex.ru

The paper deals with some problematic issues related to the assessment of the availability of forest resources for the taiga zone of Western Siberia. Highlights the regional specificity of the transport infrastructure, are involved in logging activities. Methodological approaches to the assessment of transport accessibility of forest resources in remote areas of the Tomsk oblast.

Key words: transport accessibility, the resource potential of forests, transport risks, natural hazards, sustainable forest management.

Анализ транспортной доступности лесосырьевой базы регионов Западной Сибири имеет особое значение для стратегического планирования функционирования лесного комплекса. Оценка доступности и анализ ресурсного потенциала лесных территорий – это две основные составляющие организации эффективного ведения лесозаготовительной деятельности. Однако в современных условиях развития дорожно-транспортной сети при исследовании доступности лесов возникают определенные трудности.

Оценку доступности территории, как правило, проводят относительно объекта, например, доступность ресурсной базы, доступность услуг или доступность природных объектов для целей рекреации может быть оценена по-разному. В зависимости от объекта необходимо применять специфические методы оценки транспортной доступности территории.

Доступность для хозяйствующих субъектов можно определить как объективную возможность получения транспортных услуг в условиях существующей

транспортной системы [1]. В современных условиях для таежной зоны Западной Сибири транспортная доступность имеет несколько составляющих. Технологическая составляющая определяет способность дорожно-транспортной сети круглогодично осуществлять перевозки, т.е. в произвольный момент времени и в любых заданных условиях. Временная составляющая обусловлена длительностью периода готовности транспортной системы к перевозкам. И стоимостная составляющая детерминирует денежные затраты на осуществление перевозок. Таким образом, для осуществления комплексной оценки доступности объекта хозяйственной деятельности необходимо проанализировать все три перечисленные составляющие.

Традиционно в лесной отрасли критерием доступности лесосырьевой базы выступает расстояние вывозки древесины до ближайшего погрузочного пункта, а показателем доступности – разряды такс лесного квартала [2]. Значение этого показателя хорошо характеризует удаленность лесных кварталов от основных транспортных узлов, методика расчета разряда такс проста в применении и понятна. Однако этот показатель хорошо коррелирует с временными и стоимостными показателями доступности только в районах, где есть железнодорожная ветвь и равномерно развита сеть автомобильных дорог (грунтовых или гравийных). Таким требованиям не удовлетворяют дорожно-транспортной инфраструктуры большинства регионов Западной Сибири. Характерной в этом отношении является Томская область, которая по показателям внутренней и внешней транспортной обеспеченности занимает одно из последних мест в Российской Федерации [3]. Значительное негативное влияние на социально-экономическое развитие региона оказывает недостаточность транспортных артерий, связывающих область с соседними территориями. Существует лишь 4 автомобильные дороги общего пользования с Кемеровской, Новосибирской областями и Ханты-Мансийским автономным округом. Пространственная неоднородность и слабая разветвленность внутрирегиональной дорожно-транспортной системы обусловлена густотой речной сети, высокой долей заболоченных территорий и комплексом неблагоприятных погодных-климатических условий региона [4]. Высокие экономические затраты на вывозку и транспортировку древесины определяют исключение из производственного цикла значительных лесных ресурсов области. Здесь для определения экономической рентабельности кроме разрядов такс необходим дополнительный показатель, более детально характеризующий транспортную доступность лесных территорий.

С целью рационального использования лесных ресурсов транспортная доступность необходима не только для лесозаготовительной деятельности, но также и для побочного лесопользования, охотничьего хозяйства, для возобновления, охраны и защиты лесов. Априори такая оценка связана не столько с сырьевой базой, сколько с ресурсным *потенциалом* территории. Согласно нашим исследованиям, посвященным комплексному анализу потенциала лесов Томской области [5], наиболее перспективными являются леса Тимирязевского, Верхнекетского, Улу-Юльского и Первомайского лесничеств. Однако самые высокие значения ресурсного потенциала наиболее ценных хвойных лесов от-

носятся к Верхнекетскому, Александровскому и Каргасокскому лесничествам. Именно здесь жестким сдерживающим фактором развития лесопользования является слабое развитие дорожно-транспортной системы, и как следствие, наличие значительной доли недоступных и труднодоступных лесных территорий. Густота речной сети, заболоченность, неблагоприятные погодные условия, преобладание песчаных и легкосуглинистых почвообразующих пород, эти и другие факторы формируют комплекс опасных ситуаций при функционировании транспортной системы лесничеств. Что в свою очередь предопределяет необходимость ежегодных вложений на поддержание удовлетворительного состояния дорожной сети.

Очень важным фактором при исследовании доступности территории является достоверная информация о дорожной инфраструктуре, однако наблюдается существенное несоответствие официальных статистических данных реально существующей ситуации. Фактически на труднодоступных территориях постоянно поддерживаются только дороги до населенных пунктов средствами сельской администрации и местного населения. Для целей ведения лесозаготовительных работ строительство новых и ремонт существующих дорог до труднодоступных лесных кварталов последнее десятилетие не осуществляется. Таким образом, нами предлагается разделить оценку транспортных путей до населенных пунктов и от населенных пунктов до лесных кварталов.

Информация о состоянии первой категории дорог достоверна: известны сроки их постоянного и временного функционирования, проблемные участки и комплекс природно-климатических факторов, обуславливающих транспортные риски. По этому, в качестве критерия доступности целесообразно рассматривать длину пути от населенного пункта до ближайшего места погрузки, учитывая при этом сезонные особенности транспортных путей, длительность периода их использования и виды покрытия дорог, задействованных в перевозках. Поскольку природно-климатические условия Томской области определяют вариативность доступности в зимний и летний периоды, актуально проводить сезонный анализ этого показателя.

На первом этапе оценки нами предлагается с помощью повышающих коэффициентов привести дороги с различными покрытиями к дорогам с асфальтобетонным покрытием, т.е. соотнести скорость, денежные затраты, транспортные риски и т.п. на гравийных, грунтовых, зимних дорогах с аналогичными показателями на асфальтобетонных дорогах. Таким образом, мы получим два показателя абсолютной удаленности: L_w^* – для зимнего сезона и L_s^* – для летнего. Рассчитываются они по соответствующим формулам:

$$L_w^* = \sum_{j=1}^m w_j L_j, \quad L_s^* = \sum_{i=1}^n s_i L_i,$$

где L_i – протяженность дороги с i -ым покрытием; s_i – повышающий коэффициент i -ого покрытия в летний период; n – количество различных покрытий дорог,

задействованных в перевозках в летний период; w_i – повышающий коэффициент i -ого покрытия в зимний период; m – количество различных покрытий дорог, задействованных в перевозках в зимний период. Значения повышающих коэффициентов определяются, исходя из отношения скорости передвижения лесовозного транспорта по дороге с произвольным покрытием к скорости передвижения по дороге с асфальтобетонным покрытием, при этом значение данного коэффициента для дороги с асфальтобетонным покрытием принимается равным 1. Аналогично определяется повышающий коэффициент и для водных путей транспортировки древесины.

На следующем этапе оценки каждому значению абсолютной удаленности ставится в соответствии балльный показатель – класс доступности территории, согласно шкале, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Шкала соотношения класса доступности к значениям абсолютной удаленности

Классы доступности, d	Значения абсолютной удаленности L^*
1	менее 20 км
2	20,1 – 50 км
3	50,1 – 100 км
4	100,1 – 150 км
5	150,1 км и более

Ограниченность сроков действия сезонных дорожно-транспортных путей обуславливает введение в оценку доступности корректирующих временных коэффициентов. Таким образом, сезонные показатели доступности территории могут быть рассчитаны по формулам:

$$d_s^* = \left(2 - \frac{t_s}{12}\right) d_s, \quad d_w^* = \left(2 - \frac{t_w}{12}\right) d_w,$$

где d_s^* – показатель доступности территории в летний период; d_s – класс доступности в летний период; t_s – количество месяцев, в которые полноценно функционируют транспортные пути в летний период; d_w^* – показатель доступности территории в зимний период; d_w – класс доступности в зимний период; t_w – количество месяцев, в которые полноценно функционируют транспортные пути в зимний период.

В основу анализа лесовозных дорог от лесных кварталов до ближайших населенных пунктов положено понятие радиуса доступности. Шкала для характеристики удаленности выбрана аналогично шкале в табл. 1. Здесь посредством введения корректирующих коэффициентов учитывается наличие ранее постро-

енных лесовозных дорог, а в качестве показателей, понижающих доступность, выступает количество препятствий (реки, болота, ручьи) на пути следования до лесных кварталов.

Следует отметить, что предложенный подход к анализу доступности носит предварительный характер и требует доработки. Методика оценки разрабатывается с учетом региональных особенностей транспортной инфраструктуры и для природно-климатических условий Томской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бугроменко В.Н. Транспорт в территориальных системах. М.: Наука, 1987. – 112 с.
2. Постановление Правительства РФ от 22 мая 2007 г. № 310 «О ставках платы за единицу объема лесных ресурсов и ставках платы за единицу площади лесного участка, находящегося в федеральной собственности» (в ред. Постановлений Правительства РФ от 30.06.2007 № 419, от 06.05.2008 № 363, от 31.12.2008 № 1080, от 04.03.2009 № 193, от 15.04.2009 № 330).
3. Лесной план Томской области на 2009 – 2018 гг. // Департамент развития предпринимательства и реального сектора экономики Томской области, 2008. – Книга 1. – 238 с.
4. Невидимова О.Г., Волкова Е.С., Мельник М.А. Природно-климатические опасности территории Томской области с позиции безопасности жизнедеятельности // Естественные и технические науки. – 2010. – №1(45). – С.241-245
5. Мельник М.А. Комплексная оценка потенциала лесов (на примере Томской области) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. Т. 4. – С. 31–36.

© М. А. Мельник, 2015

**ЭНТОМОЛОГИ РАН – ЛЕСНОМУ ХОЗЯЙСТВУ:
ПРИКЛАДНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ИНВАЗИИ
УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В ТЕМНОХВОЙНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СИБИРИ**

Светлана Арнольдовна Кривец

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории мониторинга лесных экосистем, тел. (3822)49-18-55, e-mail: krivec@inbox.ru

Юрий Николаевич Баранчиков

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 660036, Россия, г. Красноярск, Академгородок 50/28, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лесной зоологии, тел. (3912)43-36-86, e-mail: baranchikov-yuri@yandex.ru

В статье приведены результаты исследований опасного инвазионного стволового вредителя сибирских пихтовых лесов – уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf., представляющие практическое значение для лесного хозяйства. Даны рекомендации по организации защиты лесов и снижению негативных последствий инвазии.

Ключевые слова: уссурийский полиграф, *Polygraphus proximus*, инвазия, темнохвойные лесные экосистемы, лесное хозяйство, Сибирь.

**THE ENTOMOLOGISTS OF RUSSIAN ACADEMY
OF SCIENCES – FOR FORESTRY: PRACTICAL RESULTS
OF FOUR-EYED FIR BARK BEETLE INVASION INVESTIGATION
IN SIBERIAN DARK CONIFEROUS ECOSYSTEMS**

Svetlana A. Krivets

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academicheskyy ave., Ph. D. (Biology), Leading Researcher, Laboratory Monitoring of Forest Ecosystems, tel. (3822)49-18-55, e-mail: krivec@inbox.ru

Yuri N. Baranchikov

V. N. Sukachev Institute of Forest, SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, 50/28 Akademgorodok, Ph. D. (Biology), Head of Department of Forest Zoology, tel. (3912)43-36-86, e-mail: baranchikov-yuri@yandex.ru

The paper presents the results of studies of dangerous invasive wood boring pest of Siberian fir forests four-eyed fir bark beetle *Polygraphus proximus* Blandf. which are of practical significance for forestry. Recommendations on the organization of the forest protection and minimization the negative consequences of invasion are given.

Key words: four-eyed fir bark beetle, *Polygraphus proximus*, invasion, dark coniferous forest ecosystems, forestry, Siberia.

Установление факта заноса эндемичного дальневосточного короеда – уссурийского (пихтового) полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. в Южную Сибирь и образование здесь в последнее десятилетие очагов его массового раз-

множения, вызвавшего усыхание насаждений пихты сибирской *Abies sibirica* Ledeb. на обширной территории, потребовало детального изучения биологии и экологии вредителя как для понимания особенностей инвазионного процесса, так и с целью поиска эффективных мер защиты таежных лесов.

В результате исследований, проводимых с 2010 г. на территории Сибири научными коллективами Института леса им. В.Н. Сукачева и Института мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук, получены данные, положенные в основу разработки рекомендаций для лесного хозяйства по выявлению уссурийского полиграфа, учету его численности, оценке вредоносности и влияния на состояние пихтовых насаждений.

В ходе широких экспедиционных исследований *P. proximus* обнаружен на территории 7 субъектов СФО РФ – в Томской, Новосибирской, Кемеровской областях, Красноярском и Алтайском краях, республиках Алтай и Хакасия [1–5]. Инвазионный ареал полиграфа в Сибири в настоящее время простирается от северной границы южной тайги на равнине до верхнего предела произрастания пихты в горах Алтае-Саянской горной области, охватывая 47 административных районов и 49 лесничеств.

Изучение инвайдера выявило особенности экологии, определившие его статус как агрессивного стволового вредителя пихты сибирской, способного образовывать очаги массового размножения в насаждениях с нарушенной устойчивостью, нападать на жизнеспособные деревья, ослабленные или без внешних признаков ослабления и приводить их к гибели.

Установлено, что размножению уссурийского полиграфа в сибирских лесах способствует бóльшая, по сравнению с дальневосточными видами пихты, уязвимость пихты сибирской к заселению жуками, в частности, связанная со строением флоэмы, имеющей менее плотную структуру [6]. Большое значение в преодолении защитной реакции пихты против короеда имеют фитопатогенные офиостомовые грибы, являющиеся постоянными ассоциантами уссурийского полиграфа при освоении дерева, которые распространяются в проводящей системе ствола, вызывают некроз флоэмы и приводят к ослаблению дерева [7]. Действующий совместно тандем полиграф–офиостомовые грибы при интенсивных атаках жуков и их заселении способен привести к гибели дерева в течение 2–4 лет после первого нападения.

В районах инвазии *P. proximus* достигает высокой численности в очагах размножения вследствие успешной зимовки под корой при низкой температуре окружающей среды, раннего весеннего старта в заселении новых деревьев и распространении внутри насаждения, развития двух поколений в сезоне при наличии благоприятных погодных условий, слабого участия энтомофагов в регуляции численности полиграфа [8, 9]. Это обеспечивает инвайдеру конкурентные преимущества перед местными видами стволовых дендрофагов и выводит его в разряд доминантов подкорного населения пихты сибирской.

Образованию первичного очага способствует наличие запаса корма близ мест завоза короеда-пришельца: свежих вырубков, бурелома, ветровала или мас-

сивов ослабленного леса, что обычно для районов инвазии. Как показали исследования в Красноярском крае и Томской области, часто очаги уссурийского полиграфа формируются в недорубах, что следует учитывать при планировании и организации лесохозяйственных и лесозаготовительных мероприятий. Повысив численность популяции, полиграф способен самостоятельно готовить себе кормовую базу, ослабляя и заселяя здоровые пихты, т.е. образуя типичную вспышку фиксированного типа, которая обычно прекращается лишь после полного уничтожения кормового объекта – локального пихтового насаждения.

В связи с широким распространением нового вредителя на территории Сибири, его агрессивностью и реальной перспективой расширения ареала в результате завоза и самостоятельного расселения, работникам лесного хозяйства сибирских регионов при обследовании лесов и таксаторам при проведении наземного лесоустройства необходимо обращать особое внимание на состояние пихтовых насаждений и признаки присутствия в них уссурийского полиграфа.

К числу таких признаков, прежде всего, относятся смоляные потеки на стволах внешне здоровых пихт («плач пихты») – свидетельство атак короеда и попыток дерева локализовать вредителя живицей при его проникновении под кору. Еще один характерный визуальный признак – покраснение кроны дерева, начинающееся с нижней ее части (категория «усыхающее дерево») и затем охватывающее всю крону (категория «свежий сухостой»), в результате отмирания хвои при повреждении луба личинками полиграфа. Наличие этих признаков, а также большого количества мелких вылетных отверстий жуков на коре сухостойных деревьев – основание для оформления «листка сигнализации» и проведения детального лесопатологического обследования насаждения для назначения лесохозяйственных мероприятий.

Само это обследование должно быть основано на точной идентификации вредителя, проводиться с учетом его фенологии, особенностей формирования и функционирования короедной семьи и реакции пихты сибирской на повреждение уссурийским полиграфом [10]. Для оценки состояния древостоев в очагах уссурийского полиграфа усовершенствована используемая лесопатологами шкала категорий состояния деревьев с учетом экологии вредителя и особенностей кормового растения [11]. В качестве методического пособия для лесного хозяйства сотрудниками ИЛ и ИМКЭС СО РАН разработан плакат «Уссурийский полиграф», изданный тиражом 1000 экз. и переданный в региональные органы управления лесами, лесничества, ФГУ «Российский центр защиты леса» и его филиалы, Запсиблеспроект, ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений», а также в вузы и средние специальные заведения лесного профиля. В регионах инвазии со специалистами лесного хозяйства и лесозащиты проведены семинары и выезды в очаги полиграфа, оказана методическая помощь в их обнаружении и обследовании.

Основой защиты пихтовых древостоев, в которые проник уссурийский полиграф, должны быть санитарно-оздоровительные мероприятия. Примене-

ние пестицидов для защиты сырораствующей древесины от короеда, большая часть жизни которого проходит под корой, сложно в организационном плане и имеет экологические ограничения. Разработка методов биологического контроля инвайдера находится в начальной стадии. Поэтому появление текущего отпада в размерах, приближающихся к 10% запаса насаждения, – сигнал для подготовки к проведению рубок свежеселенных полиграфом и усыхающих деревьев. Деревья, вырубленные в ходе выборочных или сплошных санитарных рубок в зимний период, должны быть вывезены с лесосек либо защищены (обработаны) в местах хранения до начала массового лёта короеда (ориентировочно крайний срок – до середины мая). Деревья летней рубки этих категорий необходимо окорить и в первую очередь пустить в переработку, порубочные остатки и кору утилизировать, чтобы не допустить развития и распространения вредителя. Своевременная переработка заселенных деревьев, гарантирует снижение потерь от полиграфа до минимума, поскольку он образует поверхностные червоточины, не уходит в древесину, как черный пихтовый усач. При отводе участков для рубок в спелых и перестойных эксплуатационных лесных насаждениях лесозаготовителям нужно рекомендовать первоочередную рубку деревьев IV и V категории состояния, с соблюдением вышеприведенных рекомендаций.

Максимально раннее выявление очагов усыхания и своевременное проведение в них выборочных рубок с соблюдением санитарных правил работы в лесу позволило бы избежать деградации насаждений и сохранить их ресурсные и экологические свойства.

К сожалению, из-за отсутствия достоверной информации об уссурийском полиграфе у работников лесного хозяйства, позднего обнаружения очагов его массового размножения, недостаточного объема лесопатологических обследований, организационных сложностей при назначении санитарных рубок, образовалось множество расстроенных пихтовых насаждений, непривлекательных для лесозаготовителей и представляющих пожарную опасность, серьезность которой трудно переоценить.

По определению [12, с. 360], «лесное хозяйство – система мероприятий, направленных на воспроизводство и выращивание лесов, охрану их от пожаров, вредителей и болезней, регулирование лесопользования, контроль за использованием лесных ресурсов, обследование и учет лесов». Положение, сложившееся в результате инвазии уссурийского полиграфа в лесном хозяйстве сибирских регионов, особенно обладающих большими массивами пихтовых лесов (Красноярский край, Кемеровская область, Алтайский край, Республика Алтай) требует задействовать всю эту систему для сохранения пихты сибирской – ценного лесообразователя сибирского тайги.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (гранты № 12-04-00801а и 14-04-01235а).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранчиков Ю.Н., Кривец С.А., Петько В.М., Керчев И.А., Мизеева А.С., Анисимов В.А. В погоне за полиграфом уссурийским *Polygraphus proximus* Blandf. // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий. Вып. 15. Т. 1. – Абакан: Изд-во ГОУ ВПО «Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова», 2011. – С. 52–54.
2. Керчев И. А., Кривец С. А. Очаги массового размножения уссурийского полиграфа в пихтовых лесах Томской области // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 67–72.
3. Уссурийский полиграф – опасный инвазионный вредитель пихтовых лесов Новосибирской области / С. А. Кривец, Э. М. Бисирова, И. А. Керчев, Е. В. Масленок, Я. В. Ноздренко, Е. Н. Пац // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 240–244.
4. Кривец С.А., Бисирова Э.М., Керчев И.А., Пац Е.Н., Чернова Н.А. Популяционные характеристики и влияние уссурийского полиграфа на состояние пихтовых лесов Северо-Восточного Алтая // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2014. – Вып. 207. – С. 37–48.
5. Кривец С.А., Керчев И.А., Бисирова Э.М., Демидко Д.А., Петько В.М., Баранчиков Ю.Н. Распространение уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) в Сибири // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2015. – Вып. 211. – С. 190–211.
6. Склериды флоэмы как возможный фактор устойчивости пихт к атакам инвазийного короеда / Ю. Н. Баранчиков, Н. В. Астраханцева, В. И. Щуров, М. С. Александрова, Л. Н. Мухина, Л. Е. Серая, Н. В. Пашенова // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. – С. 250–254.
7. Пашенова Н.В., Баранчиков Ю.Н., Петько В.М. Агрессивные офиостомовые грибы из ходов уссурийского полиграфа – инвазийного вредителя пихты в Сибири // Защита и карантин растений. – 2011. – № 6. – С. 21–23.
8. Керчев И.А. Экология полиграфа уссурийского *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) в Западно-Сибирском регионе инвазии // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2014. – № 2. – С. 80–94.
9. 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. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 99–103.
10. Керчев И.А., Кривец С.А. Особенности экологии уссурийского полиграфа как основа для совершенствования методов лесопатологического мониторинга инвазионного вредителя в темнохвойных лесах Сибири // Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика: материалы Всерос. науч. конф. с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

(Красноярск, 16–19 сентября 2014 г.) / ред. коллегия Ю.Н. Баранчиков и др. Сиб. отд-ние Рос. акад. наук, Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. – Новосибирск: изд-во СО РАН, 2014. – С. 649–652.

11. Кривец С.А., Бисирова Э.М. Оценка жизненного состояния пихты сибирской в очагах массового размножения уссурийского полиграфа // Экологические и экономические последствия инвазий дендрофильных насекомых: материалы Всерос. конф., 25–27 сентября 2012 г., Красноярск. – Красноярск: ИЛ СО РАН, 2012. – С. 60–64.

12. Энциклопедия лесного хозяйства: в 2-х томах. Т.1. – М.: ВНИИЛМ, 2006. – 424 с.

© С. А. Кривец, Ю. Н. Баранчиков, 2015

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ КАК СОСТАВНОЙ ЧАСТИ МЕСТНЫХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Елена Сергеевна Волкова

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055, Россия, г. Томск, пр. Академический, 10/3, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории самоорганизации геосистем, тел. (3822)49-22-23, e-mail: elevolko@yandex.ru

В статье автором анализируются потенциальные возможности использования отходов лесопромышленного комплекса на примере территории Томской области. Томская область богата лесными ресурсами, здесь развита лесозаготовительная и лесоперерабатывающая отрасли экономики, отходы которых в настоящее время используются в малых масштабах. Делаются выводы о том, что переработка отходов лесопромышленного комплекса области способна создавать дополнительные теплоэнергетические ресурсы для экономики области и нужд местного населения.

Ключевые слова: отходы лесопромышленного комплекса, возобновляемые биоресурсы, биоэнергетический потенциал.

THE POTENTIALITY FOR FORESTRY WASTE USE OF TOMSK OBLAST'S TIMBER INDUSTRY AS A COMPONENT OF LOCAL RENEWABLE ENERGY SOURCES

Elena S. Volkova

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Akademicheskyy Av., senior researcher, candidate of geographic science, Associate Professor, tel. (3822)49-22-23, e-mail: elevolko@yandex.ru

The potentiality for use of waste timber industry on the example of the Tomsk region are analyzed by the author. Tomsk region is rich in forest resources. Here forestry and wood processing industries are developed, waste which is currently used on a small scale. Recycling timber industry complex area can create additional heat and energy resources for the region's economy and the needs of the local population.

Key words: waste timber industry, renewable bioresources, bioenergy potential.

Проблема истощения запасов углеводородного сырья наряду с проблемами технологического старения энергооборудования и инфраструктурной труднодоступностью тепло-энергосетей во многих регионах РФ диктует необходимость поиска альтернативных вариантов развития энергетического сектора. Одним из перспективных направлений является более активное использование возобновляемых источников энергии на локальном уровне, особенно для отдаленных сельских местностей. Органы государственной власти Томской области начинают политику активного внедрения в топливно-энергетический баланс региона возобновляемых источников энергии. Отмечается, что приоритет при

реконструкции и внедрении новых локальных теплоустановок будет отдаваться именно этим источникам [1]. Основные виды возобновляемых источников энергии на территории области представлены солнечной и ветровой энергией, энергией земных недр и биоэнергоресурсами. Специалисты Томского центра ресурсосбережения и энергоэффективности, сотрудники Томского политехнического университета и другие эксперты провели большую работу по оценке потенциала возобновляемых источников энергии области и пришли к выводу, что их использование во многих районах технически возможно и экономически целесообразно [1, 2, 3].

Приоритетное место в ряду биоэнергетических ресурсов отдается более глубокому использованию торфяных ресурсов и отходов лесопромышленного комплекса. Во многих странах получение тепловой и даже электрической энергии ведется на разных видах биотоплива, в том числе на отходах лесозаготовок и лесопереработки. Так, например, в Финляндии (стране со сходными природными условиями) 70% всей производимой биоэнергии вырабатывается из древесного топлива [4]. У нас доля биоэнергии, получаемой из древесного топлива не превышает 5% [1].

Для территории Томской области, расположенной преимущественно в зоне тайги, скорость возобновления лесных ресурсов достаточно высокая, и использование древесного биотоплива особенно рентабельно. Целесообразность развития биоэнергетики в Томской области обусловлена природными и социально-экономическими условиями региона. Томская область, обладая большим лесным фондом – лесопокрытая площадь достигает 61 %, Общий запас древесины оценивается специалистами в 2820,88 млн. м³. Более 70% лесного фонда представлено эксплуатационными лесами, около 30% – защитными. Половину эксплуатационных запасов древесины составляют хвойные породы, из которых наиболее ценными являются сосна, ель, пихта, кедр [5]. Соответственно регион имеет значительный биоэнергетический потенциал, который может стать базисом развития малой энергетики, столь необходимой для множества населенных пунктов, находящихся в зоне децентрализованного энергоснабжения.

Традиционно в качестве топливных ресурсов местное население использует дровяную древесину, хотя темпы ее заготовки в последние годы существенно сократились. Лесосечные отходы и отходы лесопереработки длительное время просто выбрасывались. Намечающийся сдвиг в этом вопросе свидетельствует о мировой и всероссийской тенденции увеличения объемов переработки этих отходов. Сейчас имеются современные технологии, позволяющие использовать отходы лесопромышленности в качестве топлива (пеллеты, топливные брикеты). Для районов лесозаготовки и лесопереработки, преимущественно находящихся в зоне децентрализованного тепло-энергоснабжения перевод дизельных котельных на биотопливо особенно актуален.

Методика, на которой базируется оценка потенциальных возможностей использования отходов лесопромышленного комплекса, заключается в расчете валового потенциала энергии биомассы отходов через рабочую удельную объемную теплотворную способность. Информационно-аналитическая база осно-

выводятся на исследования экологического отделения ИМКЭС СО РАН, на данных Комитета Лесного хозяйства Томской области, материалах ГИС «Возобновляемые источники энергии в Томской области», созданный АНК «Томский демонстрационно-консультационно-образовательный центр ресурсосбережения и энергоэффективности» [5, 6].

Взятая для расчетов объемная рабочая удельная теплотворная способность древесных отходов имеет большее практическое значение, поскольку лесозаготовка традиционно учитывается в объемных единицах (м^3). Массовая удельная теплотворная способность почти одинаковая для всех пород – у абсолютно сухой древесины теплота сгорания колеблется в пределах 19,5-21,4 МДж/кг [7]. В зависимости от породного состава древостоя, произрастающего на территории области, величина объемной рабочей удельной теплотворной способности древесины при влажности 15% колеблется от 10,88 до 6,69 ГДж/ м^3 [8].

Топливные пеллеты, изготавливаемые из отходов лесопромышленности способны конкурировать с дровяной древесиной и углем, их теплотворная способность достаточно высокая – 10,8 ГДж/ м^3 при влажности 8%. При этом в экологическом отношении это более чистый и низкосольный продукт. При замене дизельных котельных на газогенераторные, пеллетные и комбинированные котлы цена на вырабатываемое тепло уменьшается, а новые установки окупятся в ближайшие годы. В Германии, Швейцарии, Австрии, Финляндии, Норвегии, Швеции этот вид топлива уже многие годы пользуется повышенным вниманием. Сейчас и в России наметился устойчивый рост спроса на пеллетное топливо.

Проведенная оценка биоэнергетических возможностей по использованию отходов лесопромышленного комплекса по Томской области показала большие потенциальные возможности и территориальную неоднородность. В целом по области ежегодные запасы по лесосечным отходам при влажности 15% достигают величины 2556,09 ТДж, по отходам лесопереработки – 2796,7 ТДж. При этом общее потребление тепла по области за 2012 г. составило 31935,4 ТДж [9].

Отходы от лесозаготовительных работ наибольшей величины достигают в отдаленных северных районах (Верхнекетское, Кедровское, Колпашевское лесничества), где имеется значительный лесосырьевой потенциал для лесозаготовок. Во вторую группу вошли районы более развитой южной зоны (Томское, Первомайское, Асиновское лесничества), здесь отмечаются более благоприятное транспортно-географическое положение для вывоза древесины (рис. 1А). Но лесосечные отходы почти не используются из-за отсутствия специального оборудования по их сбору и технологической обработке.

Наибольший энергопотенциал отходов лесопереработки имеют Верхнекетский, Томский, Первомайский, Асиновский, Молчановский районы области (рис. 1Б), где расположены основные центры лесопромышленной деятельности. На некоторых деревообрабатывающих предприятиях области уже изготавливают топливные пеллеты, которые в основном экспортируются.

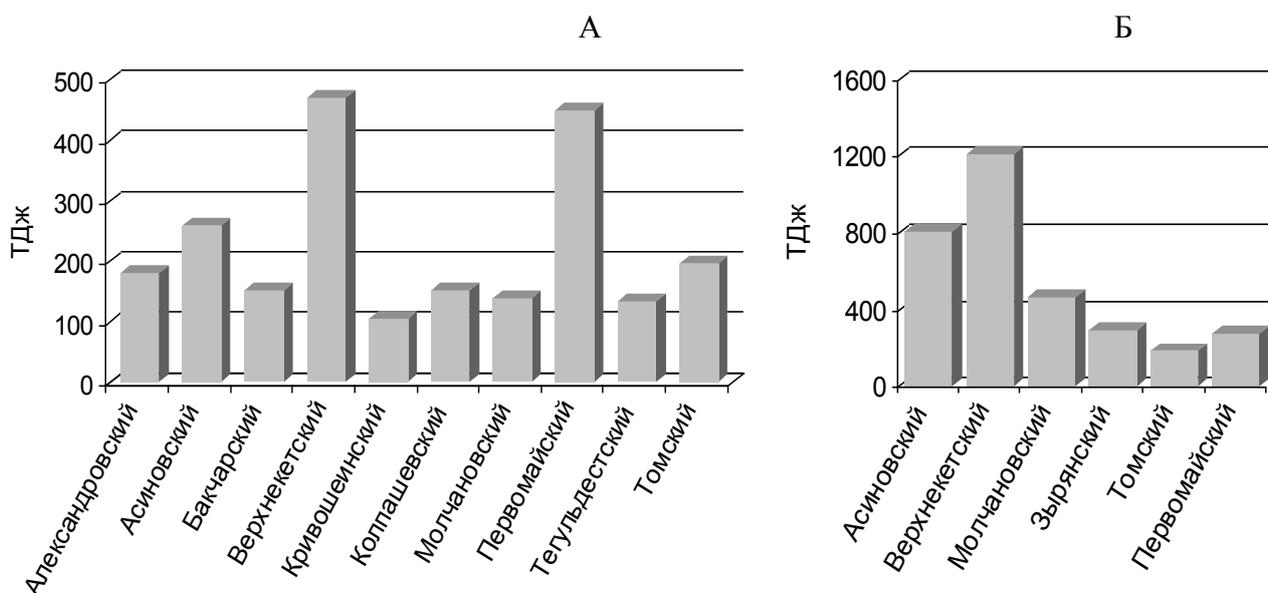


Рис. 1. Энергетический потенциал отходов лесопромышленного комплекса Томской области по объемной теплотворной способности в рамках административных районов:

А – лесосечные отходы; Б – отходы лесопереработки

Таким образом, значительные запасы древесины и отходы лесопромышленного комплекса области способны создавать дополнительные теплоэнергетические ресурсы для экономики области. Рекомендуется более активно вовлекать эти отходы в дальнейшую переработку и использовать для отдаленных и труднодоступных местностей. Поскольку скорость возобновления биоэнергетических ресурсов достаточно высока, то их можно рассматривать в качестве перспективных альтернативных источников энергии.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 31-05-98060/p_сибирь_a.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новый Томский энергетический вектор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://esto.tomsk.gov.ru/articles/org/14939/>
2. Перспективы использования ВИЭ в Томской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://naser.ru/novosti-energetiki/alternativnaya-energetika>
3. Данченко А.М., Задде Г.О., Земцов А.А. и др. Кадастр возможностей / под ред. Б.В. Лукутина. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – 280 с.
4. Yearbook of Energy Statistics, 2009 [Electronic resource]. – Англ. – Режим доступа: <http://www.slideshare.net/undes/2009-energy-statistics-yearbook>
5. Лесной план Томской области, в 3-х книгах (проект) / Департамент разв. Предприним. и реального сектора экономики ТО; ОАО «Лесинвест»; ИМКЭС СО РАН. – Книга 1. – Томск, 2008. – 238 с.
6. ГИС «Возобновляемые источники энергии Томской области» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://green.tsu.ru/tomres/>

7. Коломинова М.В. Методические указания для студентов специальности 250401 «Лесоинженерное дело». – Ухта УГТУ, 2010. – 52 с.
8. Калашников П.Л. Древесиноведение и лесное товароведение». – Москва, 1963. – Гослесбумиздат. – 256 с.
9. Схема и программа развития электроэнергетики Томской области на период 2014-2018 годы. – Томск, 2013. – Администрация Томской области. – 168 с.

© *Е. С. Волкова, 2015*

ВОЗРАСТНАЯ СТРУКТУРА ВЫСОКОГОРНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЮЖНО-ЧУЙСКОГО ХРЕБТА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

Анатолий Юрьевич Бочаров

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

Определена возрастная и таксационная структура лиственничных и кедровых древостоев на северном и южном макросклонах Южно-Чуйского хребта (Горный Алтай). На южном макросклоне выделено 3 возрастных поколения, на северном – 2. Проведен сопряженный анализ динамики радиального прироста, реконструированных температур и возрастной структуры древесного яруса высокогорных лесов. Повышение температур соотносится с увеличением радиального прироста и появлением деревьев новых поколений.

Ключевые слова: возрастная структура, высокогорные леса, кедр, лиственница, Южно-Чуйский хребет, Горный Алтай.

AGE STRUCTURE OF HIGH ALTITUDINAL FORESTS ON THE YUZHNO-CHUISKY RANGE (ALTAI MOUNTAINS)

Anatoly Yu. Bocharov

Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, 634055, Russia, Tomsk, 10/3 Academichesky pr., Ph. D., research scientists, laboratory of ecosystems dynamics and sustainability, tel. (3822)49-27-43, e-mail: bochar74@mail.ru

The age and taxation structure of Siberian stone pine and Siberian larch stands on the northern and southern macroslopes of the Yuzhno-Chuisky Range, Altai Mountains, Russia. Three generations are determined on the southern macroslope and two generations do on the northern macroslopes. The radial growth, the reconstructed temperatures, and the age structure were analysed. The rise of the temperatures relates with increase of the radial growth and formation of the new generation.

Key words: age structure, high elevation forests, Siberian stone pine, Siberian larch, Yuzhno-Chuisky Range, Altai Mountains.

Анализ таксационной структуры высокогорных лесов на южном макросклоне Южно-Чуйского хребта (модельный бассейн р. Джазатор), показал, что основными лесообразующими породами в его западной, более влажной части, являются лиственница сибирская и кедр сибирский, в восточной и центральной, более сухих частях, – только лиственница сибирская. Основные таксационные показатели (высота и диаметр) деревьев лиственницы в обследованных лесах значительно выше в западной части макросклона. Возрастная структура этих лесов на всей протяженности южного макросклона имеет значительное сходство, как в кедровых, так и в лиственничных древостоях. Для этих пород выделено три полноценных возрастных поколения (рис. 1): первое основное – со средним возрастом деревьев около 300 лет (высота деревьев до 24 м, диаметр

ствола до 80 см), второе – с возрастом около 200 лет (высота деревьев до 22 м, диаметр ствола до 60 см) и третье поколение – со средним возрастом деревьев около

120 лет (высота деревьев до 20 м, диаметр ствола до 40 см). Кроме того, в западной части макросклона в лесах присутствуют единичные старовозрастные деревья лиственницы – остатки материнского полога с максимальным возрастом деревьев более 500 лет. В центральной и восточной частях макросклона значительное участие принимают молодые деревья со средним возрастом около 50 лет (высота деревьев до 10 м, диаметр ствола до 15 см), которые в будущем смогут сформировать полноценное возрастное поколение.

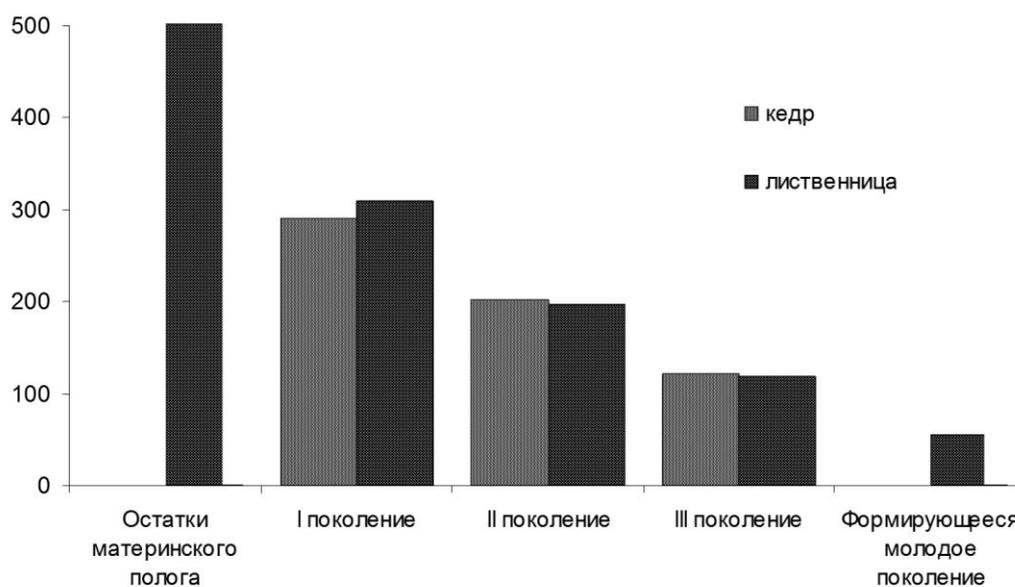


Рис. 1. Возрастная структура высокогорных лесов на южном макросклоне Южно-Чуйского хребта, в модельном бассейне р. Джазатор

На основе сопряженного анализа динамики радиального прироста, реконструированных температур и возрастной структуры древесного яруса высокогорных лесов южного макросклона выявлено, что увеличение прироста и температур начала XVIII в. соотносится с появлением деревьев первого – старшего возрастного поколения на всех обследованных участках лесов. Улучшение климатических условий произрастания на рубеже XVIII и XIX вв. привело к появлению значительного количества близких по возрасту деревьев кедра и лиственницы, отнесенных ко второму возрастному поколению; потепление на рубеже XIX и XX вв. – деревьев третьего поколения. В настоящее время идет формирование молодого поколения лиственницы из подроста, появившегося в период увеличения летних температур в середине 1950-х гг.

Анализа возобновления в условиях криоаридного климата высокогорий южного макросклона Южно-Чуйского хребта показал, что в течение последних 20 лет (период современного потепления) на верхней границе леса численность

подроста кедр сибирского имеет низкие значения, единичные молодые особи кедр отмечены на открытых участках в лиственнично-кедровых группах деревьев. Подрост лиственницы практически отсутствует. В высокогорных лесах отмечается активное возобновление кедр и лиственницы. Кедровый подрост многочисленнее лиственничного. Кроме того, более активно идет возобновление в окнах древостоя, чем под кронами деревьев.

Сопряженный анализ динамики реконструированной температуры воздуха и возобновления показал, что увеличение численности подроста кедр и лиственницы наблюдалось в периоды повышенной температуры в 1970 и 1990-е гг.

Анализ таксационной структуры высокогорных лесов на северном макросклоне Южно-Чуйского хребта (модельный бассейн р. Аккол), показал, что основная лесообразующая порода в них – лиственница сибирская, единично присутствует ель сибирская. Кедр сибирский на этом макросклоне в составе древесного яруса лесов отсутствует. Основные таксационные показатели (высота деревьев и диаметр ствола) разреженных лиственничных лесов и биогрупп деревьев лиственницы имеют значительное сходство. В древесном ярусе лесов выделено два полноценных возрастных поколения (рис. 2): первое основное – со средним возрастом деревьев более 250 лет (высота деревьев до 12 м, диаметр ствола до 40 см) и второе – со средним возрастом до 100-150 лет (высота деревьев до 10 м, диаметр ствола до 20 см). Кроме того, в обследованных разреженных лесных массивах присутствуют единичные старовозрастные деревья лиственницы – остатки материнского полога с возрастом деревьев 500-700 лет.

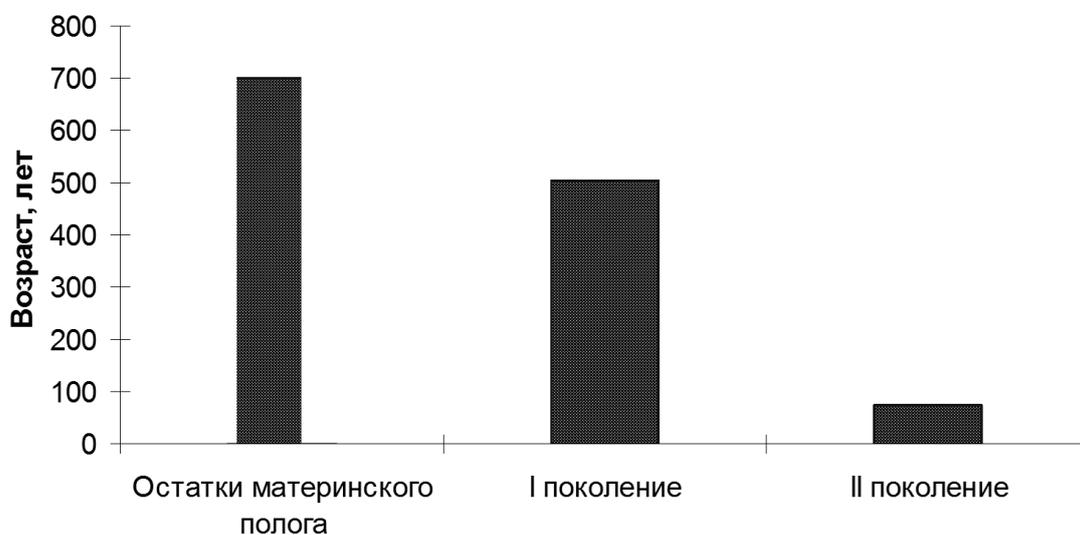


Рис. 2. Возрастная структура высокогорных лиственничных лесов на северном макросклоне Южно-Чуйского хребта, в модельном бассейне р. Аккол

В биогруппах лиственницы преобладают деревья с возрастом до 150 лет (15 км от ледника Софийский), по мере продвижения к истокам р. Аккол и леднику Софийский увеличивается число деревьев 250-летнего возраста. По мере

продвижения к леднику максимальный возраст деревьев лиственницы снижается и не превышает 150 лет. В биогруппах представлены две молодых возрастных генерации (150 и 100 лет). На расстоянии до 2 км от ледника лиственница встречается единично или биогруппами, состоящими из двух-трех разновозрастных особей или одного лидерного дерева и 3-5 более молодых особей. Возраст деревьев здесь не превышает 100 лет. Далее лиственница встречается единично, возраст не превышает 50 лет.

На основе проведенной дендроклиматической реконструкции были выявлены наиболее выраженные периоды повышения и понижения весенне-летних температур за последние 500 лет. Периоды потепления отмечены в середине XVI в., начале XVII, середине первой половины XVIII, на рубеже XVIII и XIX вв., в конце XIX и XX вв.; похолодания – на рубеже XV и XVI вв., в конце XVI и XVII вв., в конце первой половины XIX в., начале и середине второй половины XX столетия. Повышение температур соотносится с увеличением радиального прироста и появлением деревьев новых поколений.

Возобновление лиственницы в высокогорных лесах и на границе леса в условиях криоаридного климата северного макросклона Южно-Чуйского хребта – крайне слабое, подрост представлен единичными молодыми особями разного возраста.

Таким образом, на южном макросклоне Южно-Чуйского хребта основными лесообразующими породами в западной, более влажной, части, являются лиственница и кедр, в восточной и центральной, более сухих частях, – только лиственница. Возрастная структура лесов на всем протяжении макросклона имеет значительное сходство, как в кедровых, так и в лиственничных древостоях. Выделены 3 полноценных возрастных поколения, средний возраст деревьев в поколениях от 120 до 300 лет, в западной части макросклона возраст отдельных деревьев лиственницы может составлять более 500 лет. В лесном поясе отмечается активное возобновление кедра и лиственницы.

На северном макросклоне Южно-Чуйского хребта, основная лесообразующая порода – лиственница. Основные таксационные показатели (высота деревьев и диаметр ствола) разреженных лиственничных лесов и биогрупп деревьев лиственницы имеют значительное сходство. Выделены 2 полноценных возрастных поколения, средний возраст деревьев в поколениях от 100 до 250 лет. Единичные старовозрастные деревья лиственницы имеют возраст от 500 до 700 лет. Вблизи ледника Софийский, возраст деревьев не превышает 100 лет. Возобновление единичное, подрост представлен лиственницей.

Повышение температур соотносится с увеличением радиального прироста и появлением новых возрастных поколений деревьев, как на южном, так и на северном макросклонах хребта в течение последних 300 лет и увеличением численности подроста кедра и лиственницы в 1970 и 1990-е гг.

Работа выполнена при поддержке СО РАН (программа VIII.77.1.3), РФФИ (грант №13-05-000762).

О НЕОБХОДИМОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО КОНТУРНОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИ- СТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ (ДЗЗ) ПРИ ТАКСАЦИИ ЛЕСОВ

Владимир Иванович Архипов

ФГУП «Рослесинфорг», 109316, Россия, г. Москва, Волгоградский пр., 45, кандидат сельскохозяйственных наук, советник генерального директора, тел. (495)642-97-89, e-mail: ot-del-nauki@mail.ru

Виктор Иванович Березин

Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Севзаплеспроект», 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, 16, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий инженер-технолог производственно-технологического отдела, тел. (812)388-03-84, e-mail: ornt@lesproekt.com

В статье подчеркивается определяющая роль стереоскопического анализа материалов дистанционного зондирования при выполнении работ по таксации лесов. Рассмотрены особенности процесса контурного дешифрирования материалов дистанционного зондирования и корректного установления границ таксационных выделов. На основе обзора действующих нормативных правовых документов и научных исследований показаны типичные заблуждения, связанные с выполнением контурного дешифрирования без стереоскопического анализа, и их негативные последствия.

Ключевые слова: таксация лесов, материалы дистанционного зондирования, контурное дешифрирование, стереоскопический анализ, генерализованный выдел, таксационный выдел.

THE NEED TO IMPLEMENT STEREOSCOPIC CONTOUR INTERPRETATION OF REMOTE SENSING DATA IN THE PROCESS OF FOREST MENSURATION

Vladimir I. Arkhipov

Federal State Unitary Enterprise «Roslesinform», 109316, Russia, Moscow, 45 Volgogradski Pr., Ph. D. (Agriculture), Advisor to Director General, tel.: (495) 642-97-89, e-mail: ot-del-nauki@mail.ru

Viktor I. Berezin

Branch of the Federal State Unitary Enterprise «Roslesinform» «Sevzaplesproekt», 196084, Russia, Saint-Petersburg, 16 Kolya Tomchak St., Ph. D. (Agriculture), leading engineer-technologist of Production and Technology Department, tel. (812)388-03-84, e-mail: ornt@lesproekt.com

In the article are marked out a determining role of stereoscopic analysis of remote sensing data in processes of forest mensuration. The features of the contour interpretation process of remote sensing data and the features of correct definition of forest mensuration compartments are discussed. On the basis of review of legal documents and scientific research are shown the typical mistakes of contour interpretation of remote sensing data without stereoscopic analysis and negative consequences of it.

Key words: forest mensuration, remote sensing data, contour interpretation, stereoscopic analysis, generalised compartment, forest inventory compartment.

При таксации лесов по методу «классов возраста» важнейшим ее этапом является установление границ лесотаксационных выделов (первичных учетных лесохозяйственных единиц) в процессе контурного дешифрирования материалов аэро- и космических съемок.

В последние 10 лет в лесоустройстве сложилась общая практика выполнения контурного дешифрирования без стереопросмотра материалов ДЗЗ (путем выделения по одиночным снимкам контуров однородных участков – выделов). Преимуществом такого подхода считают относительную простоту выполнения (нет необходимости использования специального оборудования – стереоскопов или программно-аппаратного обеспечения) и более высокую производительность работ. Предполагается, что подобное решение вопроса по сравнению со стереоскопическим дешифрированием более практично: за короткое время такую работу могут выполнять специалисты более низкой квалификации.

По нашему мнению, такая практика контурного лесотаксационного дешифрирования является методически ошибочной и, более того – антинаучной, а конечные результаты таксации лесов (лесоустроительные планшеты и таксационные описания) при таком контурном дешифрировании представляют собой производственный брак.

Эффективное использование информативных свойств современных материалов ДЗЗ и достижение высокого качества контурного дешифрирования предполагает соблюдение строгой последовательности выделения контуров, начиная с более простых объектов с постепенным переходом к более сложным. В связи с этим, общий процесс контурного дешифрирования состоит из следующих этапов:

- а) общий обзор местности;
- б) выделение топографических объектов;
- в) генерализация таксационных выделов;
- г) детализация таксационных выделов.

Сложность процедуры корректного установления границ таксационных выделов заключается в том, что:

- резко выраженные границы, достоверно опознаваемые в натуре и на материалах аэро- и космических съемок, характеризуют достаточно крупные генерализованные участки леса, объединенные общностью типов условий место-произрастания;

- границы таксационных выделов во всех лесорастительных зонах и лесных районах Российской Федерации, как правило, выражены не резко и характеризуются различными степенями их распознаваемости;

- большая часть основных таксационных показателей лесных насаждений, являющихся основанием для выделения отдельных лесотаксационных выделов, может быть определена только при стереоскопическом анализе материалов ДЗЗ.

Анализ приведенных выше факторов показывает следующее.

Один из важнейших этапов контурного дешифрирования лесотаксационных выделов заключается в их предварительной генерализации с образованием генерализованного выдела (как правило, имеющего четко различимые границы). Граница генерализованного выдела устанавливается на основе стереоскопического анализа ландшафтных признаков дешифрирования с учетом общности типов условий местопроизрастания, типов леса и других элементов природно-территориального комплекса. Профессиональное применение элементов ландшафтного подхода имеет первостепенное значение при контурном стереоскопическом дешифрировании генерализованных выделов как в равнинных (в зависимости от густоты и характера расположения гидрографической сети), так и в горных условиях. Факторы приуроченности различных категорий лесных насаждений к формам и элементам рельефа являлись и являются предметами многолетних исследований известных ученых-ландшафтоведов и подтверждаются результатами многолетней производственной деятельности лесоустроителей. Производительность и эффективность этих работ в абсолютном большинстве случаев зависит от профессиональной оценки территории объекта лесоустройства в его объемном, стереоскопическом виде на основе материалов ДЗЗ.

Многолетние исследования (Березин А.М. 1958, Смирнов Л.Е. 1967, 1975, Самойлович Г.Г., Данюлис Е.П. 1970, Данюлис Е.П., Кропов П.А., 1972, Сухих В.И., Гусев Н.Н., Данюлис Е.П., 1977) показали, что границы между насаждениями, выделяемыми в отдельные выделы в пределах генерализованных участков, часто выражены слабо, трудно опознаются в натуре и, следовательно, плохо заметны на аэроснимке. Таксационная характеристика смежных насаждений обычно изменяется постепенно, а полоса перехода достигает значительных размеров, достигающих 50 – 100 м и более (табл. 1).

Таблица 1

Выраженность границ выделов по аэроснимкам
(Сухих В.И., Гусев Н.Н., Данюлис Е.П. Аэрометоды в лесоустройстве.
М., «Лесная промышленность», 1977, 192 с.)

Насаждения	Границы выделов							
	Заметны		Заметны не на всем протяжении		Слабо выражены		Условно намечены	
	Количество выделов	%	Количество выделов	%	Количество выделов	%	Количество выделов	%
Еловые	224	45	177	36	83	17	9	2
Сосновые	264	67	105	27	23	6	1	-

Стереоскопический анализ материалов ДЗЗ позволяет разделить таксационные выделы по распознаваемости на три категории:

- с резко выраженными границами на всем протяжении;
- со слабо выраженными границами;
- с нечеткими границами.

Процесс разграничения генерализованного участка на таксационные выделы представляет собой детализацию контурного дешифрирования. При этом некоторые участки с резко выраженными границами, выделенные по ландшафтными признакам, могут быть представлены одним однородным насаждением и его выделением завершается контурное дешифрирование. Однако в большинстве случаев из-за изменчивости таксационных показателей дробление таких участков на более мелкие выделы необходимо.

Важно отметить, что известное разделение лесного дешифрирования на виды – контурное и таксационное (аналитическое и измерительное) является условным. Следует подчеркнуть их неразрывную связь между собой, поскольку достаточно точно и корректно отграничить на материалах ДЗЗ таксационный выдел можно лишь, зная его таксационную характеристику, то есть разграничение таксационных выделов производится с одновременным определением краткой таксационной характеристики насаждений. Такое утверждение имеет глубокий смысл, поскольку еще в 1970-х годах прошедшего столетия исследованиями авторитетов дистанционных методов в лесоучетных работах обоснованно подтверждалось, что «...контурное и таксационное дешифрирование представляют собой единый взаимообусловленный творческий процесс» (Г.Г. Самойлович, Е.П. Данюлис «Исследования по совершенствованию технологии инвентаризации лесов с цветными спектрально-аэроснимками при повторном лесоустройстве» Сб. «Совершенствование существующих и разработка новых методов инвентаризации лесов. Научные труды ЛОЛЛТА № 131, Л., 1970 с. 7-28).

При разграничении лесотаксационных выделов в процессе контурного дешифрирования материалов ДЗЗ четкость границ выделов определяется различием (варьированием) средних таксационных показателей смежных выделов. Исполнитель предварительно оценивает таксационную характеристику смежных древостоев на основании анализа фотометрических, морфологических и ландшафтных признаков дешифрирования. Дается оценка не только цветоделительным свойствам анализируемых участков изображений, но и таким показателям лесных насаждений, как сомкнутость полога и полнота, разновысотность полога, выпуклость крон деревьев, просматриваемость древесного полога в глубину, формы и размеры проекций крон и промежутков между ними. То есть дешифрируются те показатели, которые требуют обязательного стереоскопического анализа древостоев по материалам ДЗЗ.

Из вышеизложенного становится ясным, что при контурном дешифрировании моноизображений никакой речи о правильном установлении границ лесотаксационных выделов и быть не может. Только стереоскопическое контур-

ное дешифрирование материалов ДЗЗ высокого и сверхвысокого пространственного разрешения позволяет корректно решить эту задачу.

Приведенные аргументы о необходимости выполнения контурного стереоскопического дешифрирования при таксации лесов не новы и хорошо известны специалистам лесного хозяйства. Обязательность такого подхода определяется всеми лесоустроительными инструкциями, начиная с инструкции 1952 года: «...Распознавание границ таксационных выделов производится при обязательном рассматривании аэрофотоснимков в стереоскоп» (§144). Дело остается за малым: выполнять требования лесного законодательства и тем самым обеспечивать надлежащее качество работ по таксации лесов.

© В. И. Архипов, В. И. Березин, 2015

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ НА КОСМИЧЕСКОМ СНИМКЕ С МАТЕРИАЛАМИ ЛЕСОУСТРОЙСТВА (НА ПРИМЕРЕ ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ ПРИАНГАРЬЯ)

Сергей Кинович Фарбер

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

Наталья Сергеевна Кузьмик

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

Николай Викторович Брюханов

Филиал ФГУП «Рослесинфорг» «Востсиблеспроект», 660062, Россия, г. Красноярск, ул. Н. К. Крупской, 42, инженер-таксатор, тел. (391)247-50-97, e-mail: lespres@post.kts.ru

Для южно-таежных лесов Приангарья получены погрешности метода дешифрирования лесов, основанного на классификации по спектральной яркости пикселей изображения. Классификация произведена по спутниковому снимку Landsat 5 (август 2005 г). Результаты сравнивались с данными массовой таксации. Величины ошибок полноты древостоев, средних значений возраста и высот деревьев, превышают нормативно установленные даже для наименее подробного 3-го разряда лесоустройства.

Ключевые слова: спутниковые снимки, спектральная яркость, классификация, страты местоположений, таксационные показатели, ошибки дешифрирования.

THE RECONCILIATION OF THE RESULTS OF THE CLASSIFICATION OF PIXEL SPECTRAL BRIGHTNESS OF THE PICTURE TO THE FOREST REGULATION DATA (BASED ON THE PRIANGARYE SOUTH TAIGA FORESTS)

Sergey K. Farber

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

Natalia S. Kuz'mik

V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, 660036, Russia, Krasnoyarsk, 50/28 Akademgorodok, 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 «Roslesinforг» «Vostsiblesproject», 660062, Russia, Krasnoyarsk, 42 Krupskoy, engineer – forest estimator, tel. (391)247-50-97, e-mail: lespres@post.kts.ru

For Priangarye South Taiga forests minor inaccuracies in interpretation of forests method were identified. This method is based on the classification of pixel spectral brightness of the picture. Classification is made by satellite imagery of Landsat 5 (August, 2005). The results were reconciled

to the data of mass taxation. The size of inaccuracies in stand density, average age and height of the trees exceeds the norms for the least detailed category III forest regulation.

Key words: satellite imagery, spectral brightness, classification, stratum locations, taxation indices, interpretation inaccuracies.

Спектральные яркости различных объектов съемки даже в пределах одного спутникового снимка пересекаются, что и является определяющей причиной ошибок дешифрирования методом классификации. Цель настоящей работы - выявление погрешностей дешифрирования лесных земель, выполненного посредством проведения неконтролируемой классификации пикселей космических снимков по классам спектральной яркости (далее КСЯ).

Обследование проведено в Красноярском Приангарье на участке площадью 80,8 тыс. га. По лесорастительному районированию И. А. Короткова [1] участок относится к Приангарскому округу южно-таежных светлохвойных лесов. Пространственный анализ ЦМР (SRTM 56-01 и SRTM 56-02) производился в программной среде ГИС ArcMap. Учитывая в целом незначительные перепады абсолютных высот, в пределах участка выделены два высотных пояса: до 300 м и более 300 м над уровнем моря. Далее, выделены плоские местоположения от 0° до 2°, а также склоны южной и северной экспозиции. В результате для каждого высотного пояса получены полигоны плоских местоположений (долин и водораздельных пространств), склонов южной и северной экспозиции. Общее количество страт местоположений - 6, по 3 на каждый высотный пояс. Обработка спутникового снимка Landsat 5 (август 2005 г.) проводилась в программной среде ГИС ArcMap с помощью инструмента Composite Band из набора Data Management, Tools, Raster. Композитное изображение получено посредством слияния каналов 4-3-2 по алгоритму ESRI.

Результаты дешифрирования по спутниковому снимку сравнивались с данными массовой таксации - описаниями насаждений выделов и окрашенным по преобладающим древесным породам планом лесонасаждений. Чтобы обеспечить сравнимость результатов дешифрирования участка в целом и его отдельных страт, использовались одни и те же КСЯ. Количество выборочных лесотаксационных выделов (наблюдений) составило 573; заданное количество КСЯ - 10.

Представленность количества лесотаксационных выделов в КСЯ последовательно снижается в направлении: категории земель → лесные формации → преобладающие породы древостоев. Для участка в целом в 1-м КСЯ, например, представленность насаждений составляет 66 %, светлохвойной лесной формации - 58 %, лиственной - 8 %; лиственных выделов - 31 %, сосновых - 27 %, березовых 8 %.

Болота, озера и реки расположены на выровненных местоположениях. Поэтому в стратах с наличием склонов фигурируют только насаждения и гари, соответственно процент этих категорий земель здесь выше. Так, в 10-м КСЯ (местоположение до 300 м абсолютной высоты на склонах и северной и южной

экспозиций) представленность насаждений составляет 100 %. При наличии на склоновых местоположениях гарей, количество насаждений соответственно уменьшается.

КСЯ отвечает различная представленность лесных формаций. Так, во 2-м КСЯ 95 % наблюдений приходится на сосново-лиственничные и 5 % на темнохвойные леса; в 7-м КСЯ присутствуют леса светлохвойной, темнохвойной, лиственничной и кустарниковой формаций. С переходом на выравненные местоположения и склоны северной экспозиции наблюдается увеличение темнохвойных насаждений. Так, на выравненных местоположениях во 2-м КСЯ количество темнохвойных лесотаксационных выделов увеличивается с 5% до 7%.

В 6-м КСЯ 37 % наблюдений приходится на лиственничные леса, 43 % на сосновые, 18 % на березовые, 2 % на осиновые. Отчасти разнообразие породного состава объясняется расположением выдела одновременно на выровненных и склоновых местоположениях. Поэтому с переходом к стратам соотношение представленности насаждений по преобладающим породам меняется. Так, еловые насаждения на выровненных местоположениях (поймы рек), относящиеся ко 2-му КСЯ, увеличивают свою долю с 1% до 7%. В распределении сосняков и лиственничников по КСЯ выраженной зависимости не наблюдается.

По отношению к лесотаксационному выделу каждый случай несовпадения категории земель, и преобладающей породы древостоя должен рассматриваться как грубая ошибка, но по отношению к пикселу изображения этого утверждать нельзя. Наличие по КСЯ разноименных категорий земель, лесных формаций и насаждений лишь отчасти можно объяснить ошибками таксации. Следует признать, что при этом фиксируется факт тождественности их отражающих свойств. Такое состояние возможно для выделов, которые могут быть описаны двояко, например, насаждениями или гарями, насаждениями или болотами, и т.д. Насколько такого рода пограничное состояние соответствует действительности невозможно определить посредством сравнения с описанием лесотаксационного выдела. Здесь требуются более точные данные наземных обследований, и в этом качестве можно было бы использовать описания пробных площадей ГИЛ [2].

Зависимости возрастной структуры древостоев от КСЯ, как в целом по участку, так и по стратам местоположений, не наблюдается. Другими словами, возрастная структура сосново-лиственничных и березовых насаждений методом классификации их изображений не дешифрируется. По КСЯ при оценке возраста составляющих пород древостоя будет допускаться случайная ошибка равная стандартному отклонению от среднего возраста. Установлено, что случайная ошибка для лиственницы находится в пределах от 21 до 55 лет, сосны от 33 до 79 лет, березы до 20 лет.

В распределении средних высот древесных пород и их стандартных отклонений по КСЯ и стратам местоположений также не просматривается какой-либо зависимости. Отсюда следует, что высота деревьев не влияет на изображение спутникового снимка и поэтому методом классификации дешифрироваться не может. При отнесении высот деревьев к КСЯ будет допускаться слу-

чайная ошибка равная стандартному отклонению от средней высоты. Для насаждений участка случайная ошибка для лиственницы находится в пределах от 0,9 до 5,1 м, сосны от 1,6 до 6,3 м, березы от 0,9 до 5,1 м.

Случайная ошибка относительной полноты для сосняков и лиственничников достигает значения 0,22, березняков – 0,24. Наблюдается снижение полноты лиственничных древостоев, группирующихся в 1, 7, 9 и 10-м КСЯ. Заметим, что именно в этих классах находится наибольшее количество выделов не покрытых лесом земель. Очевидно, что и насаждения здесь или заболочены, или пройдены пожаром; в обоих случаях происходит изреживание древостоя и соответственно снижение полноты. Получается, что спектральная яркость изображения на спутниковом снимке содержит информацию о полноте древостоя.

Включение в процесс дешифрирования дополнительных возможностей, которыми располагают другие способы дистанционного зондирования земной поверхности, позволяет повысить качество результатов. В первую очередь следует использовать ЦМР, поскольку именно к формам рельефа и связанными с ними микроклиматическими особенностями, и гидрологическим режимом почв, так или иначе, привязываются растительные экосистемы. При наличии векторных слоев рек, озер, болот, населенных пунктов и т.д. появляется еще одна дополнительная возможность повышения качества дешифрирования, поскольку территорию их полигонов можно исключить из дальнейшего анализа.

Полученные величины ошибок полноты древостоев, возраста и высот деревьев, превышают нормативно установленные даже для наименее подробного 3-го разряда лесоустройства. Снижения величин случайных ошибок, с переходом к классификации по отдельным стратам местоположений, не наблюдается. Поскольку само по себе варьирование таксационных показателей не зависит от изображения лесного полога на спутниковых снимках, то представляется сомнительной сама возможность достижения требуемой точности при использовании методов классификации спектральных яркостей, а также методов преобразования изображений, в т. ч. с помощью нормализованного вегетационного индекса, который считается наиболее эффективным для дешифрирования растительного покрова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коротков И. А. Лесорастительное районирование России и республик бывшего СССР // Углерод в экосистемах лесов и болот России. – Красноярск: Институт леса СО РАН, 1994. - С. 29-47.
2. Фарбер С. К., Брюханов Н. В. Материалы массовой таксации и Государственной инвентаризации лесов: характеристика расхождений, причины, анализ // Сибирский лесной журнал. – 2014. - № 5. Изд. СО РАН, Новосибирск, 2014. - С. 16-28.

© С. К. Фарбер, Н. С. Кузьмик, Н. В. Брюханов, 2015

ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЙ ВЕДЕНИЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

Александр Владимирович Алексеев

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Поволжский государственный технологический университет», 424000, Россия, Республика Марий Эл, Йошкар-Ола, Площадь Ленина, 3, кафедра лесоводства и лесоустройства, генеральный директор ООО «Камелот», 424033, Россия, Йошкар-Ола, ул. Петрова 5-122, тел. 8(8362)30-71-90, e-mail: alekseev.kamelot@gmail.com

Пётр Терентьевич Воронков

Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», 141202, Россия, Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, 15, кандидат экономических наук, зав. отделом экономики лесного хозяйства, тел. 8(495)993-30-54, e-mail: vniilm_voronokov@mail.ru

Вячеслав Васильевич Дегтев

Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», 141202, Россия, Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, 15, научный сотрудник отдела экономики лесного хозяйства, тел. 8(495)993-30-54, e-mail: degtevvv@gmail.com

Эдуард Валерьевич Леонтьев

Министерство сельского, лесного хозяйства и природных ресурсов Ульяновской области, Департамент лесного хозяйства Ульяновской области, 432030, Россия, г. Ульяновск, ул. Подлесная, 24, заместитель министра сельского, лесного хозяйства и природных ресурсов, директор департамента лесного хозяйства, аспирант ПГТУ, e-mail: beresklet_el@list.ru

Сергей Петрович Лоскутов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Поволжский государственный технологический университет», 424000, Республика Марий Эл, Йошкар-Ола, Площадь Ленина, 3, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства и лесоустройства, научный сотрудник ООО «Камелот», тел. 8(8362)30-71-90, loskutovsp@volgatech.net

Андрей Сергеевич Шальнев

Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», 141202, Россия, Московская область, г. Пушкино, улица Институтская, 15, научный сотрудник отдела экономики, тел. 8(495)993-30-54, e-mail: andrechalnev@gmail.com

В статье на основе знания лесообразовательного процесса формируются стратегии ведения лесного хозяйства, оценивается их экономическая эффективность. В качестве критерия предлагается использовать чистую приведенную стоимость, наилучшим образом позволяющую учесть фактор времени при определении экономической эффективности видов рубок и стратегий.

Ключевые слова: лесообразовательный процесс, экономическая эффективность рубок лесных насаждений, стратегия ведения лесного хозяйства, лесоводство, лесной сектор, лесопользование, рубка, чистая приведенная стоимость.

FOREST FORMATION PROCESS AS A BASIS FOR DEVELOPING FOREST MANAGEMENT STRATEGIES

Alexander V. Alexeyev

Department of Sylviculture, Povolzhsky State Technological University, 424000, Yoshkar-Ola, 3 Lenina Squ, Mari El Republic, general director, open corporation «Camelot», 424033, Russia, Yoshkar-Ola, 5-1222 Petrova St., tel. 8(8362)30-71-90, e-mail: alekseev.kamelot@gmail.com

Petr T. Voronkov

All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, 141202, Russia, Moscow region, Pushkino, 15 Institutskaya St., Ph.D., head of the Department of Forest Management Economics, tel. 8(495)993-30-54, e-mail: vniilm_voronokov@mail.ru

Vyacheslav V. Degtev

All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, 141202, Russia, Moscow region, Pushkino, 15 Institutskaya St., Scientific associate, Department of Forest Management Economics, tel. 8(495)993-30-54, e-mail: degtevvv@gmail.com

Eduard V. Leontyev

Ministry of Agriculture and Forestry and Natural Resources, 432030, Russian Federation, Ulyanovsk region, Ulyanovsk, 24 Podlesnaya St., director, Department of Forestry, Post graduate student, Deputy minister, e-mail: beresklet_el@list.ru

Sergey P. Loskutov

Povolzhsky State Technological University, 424000, Russia, Yoshkar-Ola, 3 Lenina Squ, Mari El Republic, scientific associate, open corporation «Camelot», 424033, Russia, Yoshkar-Ola, 5-1222 Petrova St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Sylviculture, tel. 8(8362)30-71-90, e-mail: loskutovsp@volgatech.net

Andrey S. Shalnev

All-Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry, 141202, Russia, Moscow region, Pushkino, 15 Institutskaya St., Scientific associate, Department of Economics, tel. 8(495)993-30-54, e-mail: andrechalnev@gmail.com

The article based on knowledge of forest forming process generated forest management strategies, evaluate their economic efficiency. As a criterion is proposed to use the net present value that best allows to consider the time factor in determining the cost-effectiveness of strategies and types of cuttings.

Key words: forest forming process, economic efficiency by felling of forest stands, strategy of forest management, forest husbandry, forest-based sector, timber exploitation, felling, net present value.

Лес считается возобновляемым ресурсом, но фактически это возможно только при устойчивом управлении лесами. В настоящее время, практически по всей нашей стране, наблюдается катастрофическая деградация лесного фонда. И основная причина этого – нарушение естественных лесообразовательных процессов.

Основой устойчивого лесопользования и лесопользования является знание особенностей лесных территорий и возможных направлений лесообразователь-

ных процессов для выбора оптимальных лесохозяйственных мероприятий с учетом целевого назначения лесов.

Поэтому на первом этапе при организации устойчивого лесопользования и лесопользования необходимо выявить ландшафтно-морфологическую структуру региона, спектр типов лесорастительных условий (фаций) и спектр возможных естественных лесообразовательных процессов характерных для каждого типа фаций.

Для решения лесохозяйственных задач, мы предлагаем выделять следующую ландшафтно-морфологическую структуру: ландшафтная область – ландшафтный район – ландшафт (ландшафтная местность, урочище) – фациальный выдел (лесохозяйственный выдел).

В отличие от других авторов, мы считаем необходимым выделять дополнительную ландшафтную единицу – фациальный выдел, которая выделяется, если на территории фации существуют несколько возможных фитоценозов, характерных для одного из временных этапов лесообразовательного процесса данной фации.

Под *лесообразовательным процессом* предлагается понимать совокупность явлений возникновения, развития и разрушения леса, созданного естественным или искусственным путем, закономерно и последовательно развивающихся на земной поверхности, реализующихся в определенных физико-географических условиях в ходе возрастного развития лесообразователей [1].

На втором этапе, учитывая имеющиеся особенности ландшафтно-морфологической структуры и естественных лесообразовательных процессов подбираются допустимые лесохозяйственные мероприятия для формирования стратегий ведения лесного хозяйства. *Стратегия ведения лесного хозяйства* - это набор лесохозяйственных мероприятий или их региональных систем на длительную перспективу (не менее 2-х оборотов рубок) для фаций (типов лесорастительных условий - ТЛУ) ландшафтов объекта лесохозяйственной деятельности, подобранных с целью устойчивого управления лесами, учитывающих все особенности лесного участка, в том числе: естественные лесообразовательные (сукцессионные) процессы, целевое назначение, прогноз потребностей рынка в лесоматериалах и т.д.

На третьем этапе для каждого типа ТЛУ (фаций) необходимо выделить из допустимых оптимальные стратегии ведения лесного хозяйства. Ключевым вопросом при отборе стратегий является выбор критериев их оценки. Необходимо отметить, что для формирования стратегий должны допускаться лесохозяйственные мероприятия, учитывающие биологические и экологические особенности видов и целевое назначение насаждений. Для оценки эффективности стратегий ведения лесного хозяйства мы предлагаем использовать чистую приведенную стоимость [2].

Чистая приведенная стоимость (Net present value, NPV) - сумма всех ожидаемых расходов и доходов по оцениваемому варианту, приведенных к настоящему моменту времени по ставке дисконтирования. NPV показывает чистые доходы или чистые убытки инвестора от вложения денег в проект. Если $NPV >$

0, то можно считать, что инвестиция приумножит богатство предприятия и инвестицию следует осуществлять. При $NPV < 0$ доходы от предложенной инвестиции недостаточно высоки, чтобы компенсировать затраты, присущие данному проекту, и инвестиционное предложение должно быть отклонено.

Математически, чистая приведенная стоимость рассчитывается следующим образом:

$$NPV = \frac{\sum NCF_k}{(1+r)^k} \quad (1)$$

где NPV — чистая приведенная (текущая) стоимость денежного потока k -го года проекта;

NCF_k — чистый денежный поток k -го года проекта;

k — год периода проекта;

r — ставка дисконтирования (в десятичном выражении). В лесном хозяйстве она принимается равной величине от 0,01 до 0,05 (Для наших расчетов величина ставки дисконтирования принимается равной 0,02).

Целью наших исследований: основываясь на знании естественных лесообразовательных процессов подобрать оптимальные стратегии ведения лесного хозяйства для березняков, произрастающих в условиях свежей сурамени (С2) ландшафта Оршано-Кокшайской сглаженной слабоволнистой равнины Республики Марий Эл, как наиболее распространенного типа лесорастительных условий (фаций) на данной территории.

Расчет экономической эффективности проведен для четырех возможных стратегий ведения лесного хозяйства в спелых березняках: традиционной (сплошная рубка с восстановлением лесными культурами ели), плантационной (плантации с трипloidной осинкой, выращенной «Инвитро»), выборочной (равномерно-постепенная рубка) и чересполосной (чересполосно-пасечная рубка).

Таксационные характеристики древостоев, необходимые для расчета стратегий ведения лесного хозяйства, были определены, исходя из фактического состояния лесного фонда, отраженного в материалах последнего лесоустройства.

Анализ повидельной таксационной базы данных лесного фонда, расположенного в данном ландшафте, выявил следующие средние характеристики березняков VII класса возраста: средний состав насаждения (6Б2Ос1Е1Лп), запас 263 м³/га, полнота 0,8. В таких насаждениях на большинстве лесных участках формируется подрост и 2-й ярус в количестве, достаточном для формирования будущих древостоев. Средний возраст 2-го яруса в таких березняках для ели составляет около 50-ти лет и для липы около 30-ти лет. Но на части лесного фонда отсутствует естественное возобновление и возможность его формирования. Для таких участков целесообразно применение биотехнологических методов создания плантаций.

Для расчета экономической эффективности чересполосной стратегии использованы результаты мониторинга опытно-производственной проверки чере-

сполосно- и коридорно-пасечных рубок П.В. Алексеева [3,4], проведенных в 5-ти лесхозах и лесокомбинатах Нижегородской области и Республики Марий Эл.

Для расчета экономической эффективности рубок и стратегий в целом за основу взята продолжительность традиционной стратегии (самой продолжительной), в которой рубка лиственно-еловых насаждений, сформированных из лесных культур, запланирована через 85 лет после рубки 65-летнего березового древостоя. Т.е. общая продолжительность одного цикла традиционной стратегии будет составлять 150 лет.

На момент последнего мероприятия по каждой стратегии - через 150 лет после начала лесообразовательных процессов, древостои находились в разном состоянии и отличались по количеству оборотов рубок спелых насаждений. На конец расчетного периода каждая стратегия, кроме вырубki имеющегося березняка VII класса возраста, показала следующие результаты (табл. 1):

- на лесном участке со сплошной стратегией после посадки лесных культур ели должен сформироваться 85 летний лиственно-еловый древостой;

- на участке с чересполосной стратегией за 150-ти летний период будут проведены две главные рубки и на конец расчетного периода будет сформирован лиственный 44 -летний древостой;

- на участке выборочной стратегии так же будут проведены 2 оборота рубок и сформирован 16-летний лиственный молодняк, который в результате отсутствия на этот момент товарной древесины в экономические расчеты не вошел;

- на участке, где применялась стратегия «инвитро», будет проведено 4 оборота рубок плантационной осины.

Таблица 1

Сравнение результатов расчетов по стратегиям

Стратегия	Чистый доход, руб.	NPV, руб.	% от ЧД традиционной стратегии	% от NPV по традиционной стратегии
Традиционная	408 583	162 839	100,00%	100,00%
Выборочная	565 977	242 710	138,52%	149,05%
Чересполосно- пасечная	741 687	353 639	181,53%	217,17%
Инвитро	743 323	390 811	181,93%	240,00%

Рассчитанный нами показатель чистой приведенной стоимости позволяет продемонстрировать, какой способ рубок и, соответственно, какая стратегия ведения лесного хозяйства будут наиболее эффективны для конкретного лесного участка [5]. Об этом свидетельствует наибольшая величина чистой приве-

денной стоимости. Важно понимать, что для более точного и глубокого расчета показателей чистой приведенной стоимости необходимо также учитывать возможное изменение цен на древесину и инфляцию [6]. Необходимо также учитывать другие факторы риска, которые могут оказать влияние на изменение ситуации в лесном секторе экономики.

1. Основой для подбора лесохозяйственных мероприятий должны являться знания особенностей естественных лесообразовательных процессов.

2. Исходя из нашего анализа по экономической эффективности, наиболее оптимальными оказались чересполосная стратегия и стратегия «инвитро».

3. Для оценки стратегий ведения лесного хозяйства предлагаем использовать показатель чистой приведенной стоимости, который позволяет делать выводы об их экономической эффективности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Седых, В.Н. Лесообразовательный процесс / В.Н.Седых. – Новосибирск: Наука, 2009, - 164 с.

2. Алексеев, А.В. Использование показателя чистой приведенной стоимости для оценки экономической эффективности рубок лесных насаждений / А.В. Алексеев, П.Т. Воронков, А.С. Шальнев, В.В. Дегтев, Валиева А.М. - Йошкар-Ола: Вестник ПГТУ.- сер.: Экономика и управление, 2014. - №4. –С.71-78.

3. Алексеев П.В. Чересполосно- и коридорно-пасечные рубки в елово-лиственных древостоях. Йошкар-Ола: Марийское кн. изд-во, 1967 - 118 с.

4. Алексеев П. В., Алексеев А. В., Янышева О. А. Интенсивный уход на богатых типах почвы в пирогенных березняках семенного происхождения. Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг: материалы международного научно-практического семинара [Электронный ресурс]. – Электрон. дан.– Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2011. – 190 с. – URL: <http://csfm.marstu.net/publications.html>

5. Алексеев, А.В. Концепция ландшафтного подхода и применение биотехнологических методов в формировании стратегий ведения лесного хозяйства/ А.В. Алексеев, П.Т. Воронков, А.С. Шальнев, Э.В. Леонтьев, А.Р. Хакимуллин, Р.Р. Хусаинов, А.М. Валиева, О.А. Янышева// Размножение лесных растений в культуре in vitro как основа плантационного выращивания: Материалы международной научно-практической конференции (г. Йошкар-Ола, 25-26 сентября 2014 г.). – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. - 125-134 с.

6. Воронков П.Т., Шальнев А.С. Изменение цен на лесную продукцию как индикатор развития лесного сектора // СБПНИИЛХ: Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства, №1 2013 – с. 58-63.

© А. В. Алексеев, П. Т. Воронков, В. В. Дегтев, Э. В. Леонтьев,
С. П. Лоскутов, А. С. Шальнев, 2015

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ЛЕСА НА ОТХОДАХ БУРЕНИЯ

Владимир Николаевич Седых

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института леса им. В. Н. Сукачёва Сибирского отделения Российской академии наук, 630082, Россия, г. Новосибирск, ул. Жуковского, 100/1, e-mail: tayga-eko@rambler.ru

В районах нефтегазодобычи Западной Сибири на отходах бурения успешно осуществляется естественное возобновление лесной растительности, что указывает на нецелесообразность искусственного формирования почвообразующей породы и почв в шламовых амбарах.

Ключевые слова: шламовые амбары, отходы бурения, возобновление, лесная рекультивация.

NATURAL FOREST REGENERATION ON DRILLING WASTE

Vladimir N. Sedykh

The West Siberian branch of Federal state budgetary institution of science of Institute of the wood of V. N. Sukachyov of the Siberian office of the Russian Academy of Sciences, 630082, Russia, Novosibirsk, 100/1 Zhukovsky St., e-mail: tayga-eko@rambler.ru

In areas of oil and gas production of Western Siberia on waste of drilling natural renewal of forest vegetation that points to inexpediency of artificial formation of pochvoobrazuyushchy breed and soils in sludge depots is successfully carried out.

Key words: sludge depots, drilling waste, renewal, forest recultivation.

На территории нефтегазового комплекса Западной Сибири широко распространены шламовые амбары, которые считаются одними из опасных источников загрязнения. Шламовые амбары – это обвалованные копаные ямы в теле буровых площадок или примыкающие к ним, заполненные отходами бурения – буровыми растворами, горной породой, глиной, цементом, обильно разбавленные атмосферными и подземными водами. Службы охраны природы относят отходы бурения к IV классу токсичности, по этой причине они подлежат захоронению, которое заключается в засыпке амбаров привозными песками. Это дорогостоящая и малоэффективная в экологическом плане технология, направлена только на консервацию отходов бурения, но никак не предусматривает проведение мероприятий по созданию условий формирования лесных сообществ на них. Ввиду рыхлости обсушенных песков, покрывающих отходы бурения и, соответственно, подверженности ветровой эрозии, древесные растения не могут закрепиться на песчаной поверхности и это задерживает процесс лесовозобновления на долгие годы. Но если растительность и возобновляется на этом слое песка, то она, как правило, приурочена к отдельным понижениям, обеспеченным влагой, задерживающейся на верхнем горизонте захороненных отходов бурения (рис. 1), которые отрицательно не влияют на рост и развитие растений.



Рис. 1. Растительность, естественно возобновившаяся на отходах бурения в понижении покрова насыпного песка

Результаты исследований, свидетельствующие о слабой опасности отходов бурения для естественного возобновления лесной растительности [Гладков 1987; Силаева 1989; Малышева и др. 1990; Седых и др. 1992; Семенюк 1998 и др.] послужили основой для разработки новой технологии лесной рекультивации, направленной на ускорение естественного процесса лесообразования на шламовых амбарах [Седых 2002, 2005, 2006, 2011 и др.]. В этой технологии предусмотрено в первую очередь проводить посадку черенков ивы на обеих сторонах обваловок амбаров, где песчаные техногенные образования рассматривались как аналог песчаных отложений местных рек. Закрепляясь на обваловках, заросли ивы удерживают их от разрушения ветровой и водной эрозиями, и тем самым способствуют заселению лесообразователей тайги – березы, осины, сосны, кедра и ели. Присутствие ивы в шламовых амбарах также стимулирует лесо- и почвообразовательный процессы на поверхности отходов бурения по мере их обсушки. Для активизации этих процессов у уреза воды в основании откосов обваловок высаживаются побеги травянистого водного растения – рогоза (*Typha latifolia*), что по мере обезвоживания днищ амбаров приводит к образованию на их поверхности органического горизонта из отмерших разложившихся и полуразложившихся растений, обеспечивающего условия для возобновления на нем древесных и травянистых растений (рис. 2).



Рис. 2. Ива, черенками посаженная на обваловках, и рогоз у кромки воды станут началом зарождения лесной растительности и почв на отходах бурения в шламовых амбарах

Первые работы по апробации предложенных приемов лесной рекультивации шламовых амбаров ОАО «Сургутнефтегаз» были начаты в 1996 году и уже в промышленном масштабе проводятся последние пятнадцать лет. За этот период были рекультивированы более 1500 шламовых амбаров. Инвентаризация их состояния показала, что значительная часть амбаров обезвожены, и покрыты разнообразной лесной растительностью естественного происхождения (рис. 3, 4). В связи с этим стало возможным оценить роль отходов бурения в возникновении и развитии лесных сообществ и во взаимосвязи с ними образование почвообразующей породы и почв.

Как было установлено, все днища обезвоженных амбаров заполнены сухо-дольной и болотной растительностью, отличающейся от окружающей растительности высокой продуктивностью и видовым разнообразием (рис. 5). Обилие растительных сообществ обусловлено микроволнистым рельефом, оптимальным сочетанием песка, торфа, отходов бурения, полуразложившихся отмерших растений рогоза и лесного опада.



Рис. 3. Ива, выросшая из черенков, и сосна, естественно возобновившиеся под ее пологом на обваловке амбара



Рис. 4. Лесная растительность, возникшая естественным путем на отходах бурения обезвоженного шламового амбара



Рис. 5. Сосна на отходах бурения с высоким текущим приростом высоты

В отдельных амбарах еще присутствуют небольшого размера водоемы, занятые рогозом. Слабо пониженные плоские мокрые участки, примыкающие к водоемам, ранее занятые рогозом, покрыты густыми зарослями тростника. Отдельные же из них обсушенные участки, с ветошью отмершего рогоза и илом, лежащими на отходах бурения, начинают зарастать различными видами осок и древесных растений.

Повышенные формы микрорельефа, наряду с осоками, хвощем лесным, вейником, кипреем заняты лесообразователями: ивой, березой, осинкой, сосной, елью, кедром. Молодые лесные сообщества, возникшие в разное время, отличаются между собой составом, возрастом, количеством особей, продуктивностью и биологическим разнообразием, что в совокупности свидетельствует об успешности лесовозобновления на отходах бурения. Главные факторы, определяющие отличия состояния лесных насаждений, обусловлены повышенностью форм микрорельефа и связанной с этим дренированностью местообитания древесных растений. Именно эти два фактора в сочетании с покровом, сложенным из песка и дернины отмерших травянистых растений, выполняют роль почвообразующей породы в зарождении и развитии лесо- и почвообразования на поверхности отходов бурения в днищах шламовых амбаров. Основа же этих местообитаний – отходы бурения, состоящие из горной породы, извлеченной из

скважины, связанные цементом и тонкодисперсной глиной, представляет собой плотное тело новой горной породы техногенного происхождения, верхний вязкий слой которой становится почвообразующей породой в зарождении почв и развития растительности.

Таким образом, ива, закрепившись на обваловках амбаров, обеспечила благоприятную среду для возникновения других лесообразователей на откосах обваловок и их оснований и распространение ниже обваловок, заполняя полуразложившимися водными растениями, илом и песком обсыхающие участки днищ амбаров и создавая тем самым горизонт почвообразующей породы на отходах бурения. И только сейчас наступила возможность исследовать этот процесс на основе изучения характера сложения местообитаний лесных насаждений в шламовых амбарах и полученные результаты использовать для ускорения превращения отходов бурения в почвообразующую породу и проводить в составе работ при проведении лесной рекультивации. Для этого целесообразно провести инвентаризацию лесной растительности с оценкой состояния их местообитаний на обваловках и в днищах амбаров. Выявленные особенности их сложения станут теми недостающими знаниями для решения одной из наиболее актуальных экологических задач нефтегазового комплекса, создание почвообразующей породы в шламовых амбарах и ускорение тем самым образования лесов и почв на нарушенных землях лесного фонда.

Руководствуясь результатами успешности лесной рекультивации, проведенной на многочисленных объектах, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору приказом № 142 от 4 марта 2010 г. новую технологию лесной рекультивации шламовых амбаров, разработанную Институтом леса им. В.Н. Сукачева СО РАН и ОАО «Сургутнефтегаз», рекомендовала к использованию нефтегазодобывающими предприятиями в среднетаежной подзоне Западной Сибири.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гладков В. П. Естественное зарастание нарушенных разведочным бурением участков в северных районах Тимано-Печорского ТПК // Природопользование в системе хозяйства Европейского Северо-Востока, Сыктывкар, 1987. С. 78-85.

2. Малышева Л. В. Особенности формирования растительного покрова техногенных ландшафтов районов нефтедобычи на Европейском Северо-Востоке // Серия препринтов «Научные доклады» КомиНЦ УрО РАН. Сыктывкар. 1992. Вып. 299. 20 с.

3. Седых В. Н. Рекультивация шламовых амбаров // Экология и промышленность. 2002. №4. С. 31–34.

4. Седых В. Н. Леса и нефтегазовый комплекс. Новосибирск: Наука, 2011. 138 с.

5. Седых В. Н., Ильичев Ю. Н., Семенюк М. В. Лесообразовательный процесс в амбарах аварийных сбросов нефти // Проблемы экологии Томской области: Тез. докл. регион. конф. Томск, 1992.

6. Седых В. Н. и др. Методическое руководство по рекультивации шламовых амбаров без их засыпки на территории лесного фонда Российской Федерации в среднетаежной подзоне Западной Сибири. – М., 2005. – 38 с.

7. Семенюк М. В. Начальные этапы лесообразовательного процесса на буровых площадках Сургутского Полесья. Автореферат кандидатской диссертации (биологические науки, специальность 03.00.16 - экология). Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Красноярск, 1998. 24 с.

8. Силаева А. Б. Естественное восстановление ландшафтов, нарушенных буровыми работами // Актуальные проблемы экологии: экологические системы в естественных и антропогенных условиях среды (Информ. материалы). Северодвинск: УрО АН СССР, 1989. С. 107.

© *В. Н. Седых, 2015*

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

Владимир Николаевич Седых

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института леса им. В. Н. Сукачёва Сибирского отделения Российской академии наук, 630082, Россия, г. Новосибирск, ул. Жуковского, 100/1, e-mail: tayga-eko@rambler.ru

В статье рассматриваются методические подходы к разработке технологии лесной рекультивации на основе знания региональных закономерностей лесообразовательного процесса.

Ключевые слова: лесообразовательный процесс, генетическая типология, рекультивация.

METHODICAL APPROACHES TO CREATION OF TECHNOLOGIES OF FOREST RECULTIVATION

Vladimir N. Sedykh

The West Siberian branch of Federal state budgetary institution of science of Institute of the wood of V. N. Sukachyov of the Siberian office of the Russian Academy of Sciences, 630082, Russia, Novosibirsk, 100/1 Zhukovsky St., e-mail: tayga-eko@rambler.ru

In article methodical approaches to development of technology of forest recultivation on the basis of knowledge of regional regularities of lesoobrazovatelny process are considered.

Key words: lesoobrazovatelny process, genetic typology, recultivation.

Для решения различных лесохозяйственных и экологических задач, оценки состояния лесов и их динамики, слежения за происходящими изменениями в структуре лесного покрова важно располагать знаниями о закономерностях пространственного размещения лесов и причинах, обуславливающих их. Без этого невозможно все многообразие лесов привести в классификационную систему, позволяющую эффективно вести лесопользование, будь то эксплуатация лесных ресурсов или просто их охрана от каких-либо экзогенных воздействий. Важно знать, какие факторы абиотической среды в характере размещения лесов являются приоритетными, какие из них определяют различные типы лесорастительных условий, а в границах выявленных типов – видовой состав растений и их динамику.

В установленных границах различных типов лесорастительных условий, возможным становится приступить к изучению динамики лесов для составления прогноза их развития и решения одной из главных задач – восстановления лесов после различных видов лесопользования. Это особенно актуально для восстановления лесов на землях, нарушенных техногенными воздействиями при освоении природных ресурсов – нефти, газа, угля и пр.

Несмотря на существующий опыт рекультивации нарушенных земель в районах освоения различных природных ресурсов, проблема восстановления лесов на нарушенных землях остается пока не решенной и, соответственно, актуальной [Седых 2007].

На территориях, где ведется активная добыча угля открытым способом, отмечаются наиболее разрушительные последствия для окружающей среды. При освоении месторождений угля на месте лесных экосистем возникают глубокие котлованы, обрамленные отвалами горных пород, и прилегающие к ним участки со срезанными и перемещенными грунтами. Эти территории представляют собой бесплодные, сильно расчлененные поверхности с искусственными формами рельефа, сложенные горными породами различного минерального состава и конгломерации. На таких поверхностях на начальных этапах складывается геолого-гидрологическая среда, чуждая для заселения и закрепления любых растений, надолго задерживающая естественное возобновление леса. Это вызывает необходимость создания на местах бывших лесов травянистых сообществ, направленное на ускоренное покрытие травянистой растительностью нарушенных лесных земель.

Со всей категоричностью можно утверждать, что на нарушенных землях, возникших на месте лесов, целесообразно создавать лесные сообщества, как природные объекты, приспособленные к физико-географическим условиям районов добычи того или иного ресурса. Известно, что на нетронутой антропогенным воздействием территории леса приурочены преимущественно к склоновым формам рельефа, характеризующимся хорошим дренажом [Морозов 1931, Колесников 1956, Пономарева 1970, Седых 1991 и др.]. Это утверждение указывает на то, что расчлененные нарушенные территории более благоприятны для развития лесной растительности и этим фактом следует наиболее полно пользоваться при рекультивации нарушенных лесных земель. Об этом свидетельствуют лесные насаждения, возникшие в штате Кентукки на склонах старых отвалов [Седых 2007], на повышенных техногенных формах рельефа на территории нефтегазодобычи в Западной Сибири, а также успехи лесотехнической рекультивации в Кузбассе (Россия) [Баранник 1977, 1981, Баранник, Шмонов 1988, Моторина 1985, Седых 2009 и др.].

Воспроизведение луговой или степной растительности на месте нарушенных земель ни экономически, ни экологически не оправданно. Для их создания необходимо провести большой объем планировочных работ по выполаживанию неровностей техногенного рельефа, созданию почвенного слоя из привозной земли и использованию удобрений. Несмотря на проведение таких трудоемких операций, на рекультивированных таким образом площадях, формируются травянистые сообщества, которые по биологическому разнообразию и продуктивности значительно ниже фоновых. Это указывает на нецелесообразность создания лугов на месте нарушенных лесных территорий и необходимость сосредоточения усилий на разработке технологий подлинной лесной рекультивации, позволяющих создавать леса в любых лесорастительных условиях техногенного происхождения.

Лесообразовательный процесс – сложное природное явление и зависит от многих факторов. Среди них главнейшим является обеспеченность территорий семенным материалом тех древесных растений, которые могут развиваться в благоприятной для них среде. А если учесть, что нарушенные территории состоят из совокупности различных форм рельефа и отложений, создающих различные лесорастительные условия, благоприятные для роста нескольких видов лесных пород, характеризующихся различными свойствами расселения, то в этом случае следует ожидать, что естественным путем они будут заселяться «пятнами», длительное время, по мере заноса семян различными природными агентами. Отсюда возникает необходимость искусственной стимуляции восстановления лесов на нарушенных территориях. Пока она сдерживается отсутствием технологий лесной рекультивации, учитывающих все разнообразие лесорастительных условий. Современные технологии не позволяют это осуществить по той причине, что большинство из них разработаны применительно к ограниченным условиям. Эти технологии базируются на результатах трудоемких опытно-экспериментальных работ, потребовавших длительного времени для проведения опытных и промышленных экспериментов и до сих пор остаются несовершенными, о чем свидетельствуют пустыри на месте разрушенных лесных земель.

Как же сократить время создания технологий по восстановлению леса на этих пустырях, как избежать отдельных сложностей решения этой проблемы? И возможно ли это? Ответ на эти вопросы можно найти только в овладении механизмами лесообразовательного процесса, осуществляющихся естественным путем в любом лесном районе.

Лесной покров территории можно представить как совокупность растительных сообществ различного возраста, возникших и развивающихся на участках ранее разрушенных лесов. Поскольку естественные факторы разрушения (лесные пожары, ветровалы, селевые потоки и снежные лавины в горах, оползни, миграции русел рек, эоловые и водные эрозии и др.) в природе существуют всегда, то эволюция лесного покрова и слагающих его древесных растений, отладка их биологических и экологических свойств, выработка механизмов естественного восстановления лесов на разрушенных территориях осуществляется под их постоянным воздействием.

Антропогенные факторы, кроме химических, по характеру воздействия на леса мало чем отличаются от природных. Рубка леса, пожары, возникшие по вине человека, эрозионные процессы, как следствие работы механических устройств, перемещение грунта при проведении вскрышных работ при добыче полезных ископаемых и многие другие воздействия также приводят к физико-механическому разрушению леса и лесорастительной среды. На таких участках лесная растительность восстанавливается таким же образом, как и после действия природных факторов. В лесах, возникших и развивающихся в районах активной антропогенной деятельности наблюдается один и тот же механизм восстановления [Колесников, Моторина 1978, Васильева 1985, Баранник, Шмонов 1988, Седых 1996]. В связи с этим, для ускорения разработки технологий вос-

становления леса становится очевидным использование этих механизмов. Отсюда возникает задача вычленения из естественного хода лесообразовательного процесса тех линий развития леса, которые могут быть использованы при соответствующей отладке как технологии лесной рекультивации.

Поэтому необходимо знать не только механизмы процессов естественного возобновления леса на нарушенных территориях, но и всю совокупность сукцессионных схем развития леса в различных лесорастительных условиях ненарушенных территорий, т.е. учитывать региональные особенности лесообразовательного процесса в условиях его естественного хода развития [Седых 1996, 2000].

Известно утверждение о том, что насаждения различного возраста, развивающиеся в однотипных лесорастительных условиях, образовавшиеся под воздействием одного и того же фактора, можно рассматривать как возрастные этапы восстановительно-возрастной или сукцессионной динамики леса [Колесников 1956, Колесников, Смолоногов 1960, Седых 1979, 1991, Clements 1904, и др.]. Это положение дает возможность воспроизвести всю совокупность линий развития леса, если корректно классифицировать все разнообразие лесорастительных условий.

Геолого-геоморфологическое строение земной поверхности в пределах относительно одинаковых климатических условий оказывает решающее влияние на пространственное размещение всех компонентов ландшафтов и на структурную организацию лесного покрова. Литологический состав и характер поверхностных отложений, крутизна и экспозиция склонов, увлажнение определяют экологические режимы местообитаний леса, весь набор показателей абиотической среды, характеризующих особенности лесорастительных условий. Поскольку особенности геолого-геоморфологического строения обуславливают пространственные закономерности размещения лесов, их можно использовать при выделении и классификации местообитаний леса, выявлении лесных участков, сходных по лесорастительным условиям, плодотворно используя положения генетической технологии Б. П. Колесникова (1956).

Расчленение лесной территории на участки, одинаковые по лесорастительным условиям, в настоящее время успешно можно провести по аэрокосмическим материалам с привлечением геологических, почвенных и топографических карт и проведением небольшого объема наземных исследований.

Выделением всей совокупности типов лесорастительных условий завершается первый этап работ по определению сукцессионной динамики лесов. Далее, в пределах каждого выделенного типа лесорастительных условий, проводятся наземные таксационно-геоботанические обследования насаждений и их компонентов – древостоев, подростов, подлеска и живого напочвенного покрова. Обследованиями желательно охватить набор насаждений, обеспечивающий статистическую достоверность показателей, характеризующих состояние лесных сообществ. В обследование желательно включить как можно большее число насаждений, отличающихся по возрасту.

Следует ожидать, что в близких типах лесорастительных условий могут встречаться лесные сообщества, возникшие после разрушения леса под воздействием различных факторов. Они должны рассматриваться как сообщества, развивающиеся по разным линиям развития леса. В пределах одного типа лесорастительных условий могут быть насаждения, возникшие как после рубок, так и после пожаров, особенности формирования которых будут значительно различаться.

Обладая информацией о состоянии насаждений в зависимости от возраста, можно проследить динамику этих изменений, что и позволит вскрыть основные особенности лесообразовательного процесса, которые позволят вычлени из них необходимые для разработки технологии лесной рекультивации нарушенных лесных земель. В случае получения достаточной информации можно построить эскизы хода роста насаждений в пределах выделенных типов лесорастительных условий. Известными методами в таксации после группировки насаждений по возрасту выявляются кривые возрастных изменений любого таксационного показателя, что позволяет еще более эффективно решить поставленную задачу выбора наиболее подходящей сукцессионной линии развития для целей лесной рекультивации.

На первый взгляд, такой подход к созданию технологий восстановления леса покажется громоздким и сложным. Однако как показал опыт создания технологии лесной рекультивации шламовых амбаров, он оказался намного эффективнее поиска иных подходов к созданию технологии [Седых 2009]. В настоящее время на территории нефтегазового комплекса Западной Сибири приводится опытно-производственная проверка технологии лесной рекультивации шламовых амбаров (углублений, заполненных отходами бурения на буровых площадках), которая разработана описанным методом. Вначале были выявлены закономерности лесообразовательного процесса на аллювиальных отложениях [Седых 1979], лишенных растительности, ставшие основой для разработки работоспособной технологии лесной рекультивации шламовых амбаров. Использование данного метода позволило существенно сократить время и затраты при создании этой технологии. И теперь в процессе апробации в нее включаются коррективы, которые не были предусмотрены ранее.

В тех же случаях, когда имеются старые участки нарушенных земель, поросшие растительностью, технология лесной рекультивации может быть разработана на совершенно упрощенной схеме, особенно это актуально для рекультивации горных отвалов при открытой добыче угля.

Развивающийся растительный покров, приуроченный к горным отвалам, представляет собой мозаичное покрытие из различных растений группового размещения. Это определено пестротой местообитания растительности, обусловленной совокупностью показателей абиотической среды, связанных различной литологией, влажностью и дренажем, крутизной откосов и их освещенностью и пр. В этом случае также для решения поставленной задачи провести типологию лесорастительных условий и в границах их типов выявить весь возможный сукцессионный набор линий лесообразовательного процесса, который

и будет основой для выбора линии развития леса, пригодной для разработки технологии лесной рекультивации нарушенных земель. Если это касается горных отвалов, то прежде всего необходимо провести анализ состояния растительных сообществ и причин их различий в зависимости от положения в рельефе, литологического состава, влажности, плотности грунтов и истории возникновения.

После выявления существенных различий в состоянии растительных сообществ станет возможным на других горных отвалах по признакам рельефа произвести выделение фаций с однотипными экологическими режимами и обследование на них растительных сообществ. Полученный массив данных станет основой для построения сукцессионных линий развития лесных сообществ, возникших на отвалах. На основании идентифицированных линий развития леса будут получены важные сведения о естественном ходе лесообразования на отвалах – факторы заноса семян и вегетативных органов растений, начало поселения лесной растительности, видовой состав и его динамика, скорость накопления биомассы и др., что существенно важно для разработки технологии искусственного создания лесов на отвалах.

Для создания технологии лесной рекультивации любых нарушенных земель наиболее важно установить видовой состав древесных растений, способных расти на различных неровностях рельефа, установить, какие виды лесных пород более успешно растут и развиваются на верхушках повышений, на их склонах, внизу на межотвальных участках. Располагая этими сведениями, можно без проведения выполаживания неровностей рельефа произвести ручную посадку этих растений, которые по мере роста и развития будут образовывать лесной покров, который и станет объектом по отладке технологии лесной рекультивации нарушенных земель.

Приведенные подходы к разработке технологии лесной рекультивации во всех случаях более эффективны с точки зрения затрат времени и материальных затрат в отличие от всех остальных, разрабатываемых в настоящее время для рекультивации нарушенных земель как в районах нефтегазового комплекса, так и в районах открытой добычи угля. Только использование региональных закономерностей развития лесообразовательного процесса позволят создать плодотворные технологии лесной рекультивации нарушенных земель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранник Л. П. Экологическая оценка пригодности древесных и кустарниковых пород для лесной рекультивации в Кузбассе // Восстановление техногенных ландшафтов Сибири (теория и технология). – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 120-138.
2. Баранник Л.П. Проектирование лесной рекультивации на нарушенных землях для использования их в лесохозяйственных целях при разработке экспериментальных схем рекультивации в Кемеровской области // Биологическая рекультивация в Сибири и на Урале. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 28-46.
3. Баранник Л. П., Шмонов А. М. Рекультивация земель. – Кемерово, 1988. – 66 с.
4. Васильева Н. П. Закономерности естественного лесовозобновительного процесса на отвалах // Экологические основы рекультивации земель. – М., 1985. – С. 65-77.

5. Колесников Б. П. Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. Дальневост. фил. АН СССР. Сер. ботан. – 1956. – Т. 2(4). – 264 с.
6. Колесников Б. П., Смолоногов Е. П. Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов Зауральского Приобья // Тр. по лесному хозяйству Сибири. – Новосибирск: Наука, 1960. – Вып. 6. – С. 21-33.
7. Махонин А. С., Смолоногов Е. П. Генетическая классификация лесов северного макросклона Восточного Танну-Ола (Тувинская АССР) // Тр. ин-та / Ин-т экологии растений и животных. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976. – Вып. 101. – С. 3-91.
8. Морозов Г. Ф. Учение о лесе. – М.; Л., 1931. – 438 с.
9. Моторина Л. В. Рекультивация земель в СНГ и за рубежом // Экологические основы рекультивации земель. – М.: Наука, 1985. – С. 6-18.
10. Пономарева В. В. Лес как элювиально устойчивый тип растительности // Ботанический журнал. – 1970. – Т. 55. – С. 1585-1595.
11. Седых В. Н. Формирование кедровых лесов Приобья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1979. – 110 с.
12. Седых В. Н. Аэрокосмический мониторинг лесного покрова. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1991. – 238 с.
13. Седых В. Н. Леса юга гор Аппалачи. – Новосибирск: Наука, 2007. – 80 с.
14. Седых В. Н. Лесообразовательный процесс. – Новосибирск: Наука, 2009. – 80 с.
15. Седых В. Н. Леса и нефтегазовый комплекс. – Новосибирск: Наука, 2011. – 138 с.
16. Седых В. Н., Малышкина Л. А., Даниленко Л. А. Методическое руководство по рекультивации шламовых амбаров без их засыпки на территории Российской Федерации в среднетаежной подзоне Западной Сибири. – М., 2005. – 38 с.
17. Смолоногов Е. П., Кирсанов В. А., Трусов П. Ф. Классификация лесорастительных условий и типы леса Лозьвинского Урала // Проблемы типологии и классификации лесов. – Свердловск, 1972. – С. 78-127.
18. Clements F. E. The Development and structure of vegetation // Bot. Surv. – Nebraska, 1904. – N 7.

© В. Н. Седых, 2015

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В РАВНИННЫХ КЕДРОВЫХ ЛЕСАХ СИБИРИ

Владимир Николаевич Седых

Западно-Сибирский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института леса им. В. Н. Сукачёва Сибирского отделения Российской академии наук, 630082, Россия, г. Новосибирск, ул. Жуковского, 100/1, e-mail: tayga-eko@rambler.ru

В статье изложены результаты многолетних исследований развития равнинных кедровых лесов в поймах рек и их восстановительно-возрастная динамика после пожаров на плакорках. Выявленные закономерности рекомендуются принять в качестве научной основы ведения лесного хозяйства в равнинных кедровых лесах Сибири.

Ключевые слова: проблема кедра, лесообразовательный процесс, генетические типы леса.

SCIENTIFIC BASES OF FOREST EXPLOITATION IN THE FLAT CEDAR WOODS OF SIBERIA

Vladimir N. Sedykh

The West Siberian branch of Federal state budgetary institution of science of Institute of the wood of V. N. Sukachyov of the Siberian office of the Russian Academy of Sciences, 630082, Russia, Novosibirsk, 100/1 Zhukovsky St., e-mail: tayga-eko@rambler.ru

In article results of long-term researches of development of the flat cedar woods in flood plains of the rivers and their recovery and age dynamics after the fires on the plakorakh are stated. The revealed regularities are recommended to accept as a scientific basis of maintaining forestry in the flat cedar woods of Siberia.

Key words: problema of a cedar, lesoobrazovatelny process, genetic types of the wood.

«Проблема кедра», обозначенная на конференции в 1960 г. и посвященная вопросам изучения кедровых лесов и ведения в них лесного хозяйства, вызвала впоследствии невероятное множество апологетов, которые возбудили общественное движение, до сих пор будоражащее ревностных охранников природы. Дело «проблемы кедровых лесов» дошло даже до того, что в бывшем Советском Союзе решением бывшего Верховного Совета в 1989 г. были запрещены рубки главного пользования в кедровых лесах, что фактически означало прекращение ведения хозяйства в них [Седых 1996, 2005, Соколов и др. 2012]. Это решение, казалось бы, вызвано было благородной идеей сохранить кедровые леса как особо ценную и вымирающую лесную формацию, не смотря на массу глубоких исследований, свидетельствующих о ее процветании. Запрет в конечном итоге никакой пользы не принес, кроме того, что спелые кедровники там, где велись заготовки древесины кедра выборочными рубками, активно начали вываливаться, и этот процесс продолжается и сейчас. А вся эта абсурдная деятельность началась вокруг кедровников не с конференции 1960 г., а с высказы-

вания В. Ф. Овсянникова. Он писал в 1930 г.: «Благодаря медленному росту, слабому естественному возобновлению, которому главным препятствием являются лесные пожары (палы), неправильному ведению хозяйства, а местами просто некультурному, хищническому обращению с этим ценным во многих отношениях деревом – кедр является породой вымирающей. Недалеко то время, когда о великолепных наших кедровниках останется только одно воспоминание. Необходимы героические меры государственного масштаба, чтобы спасти от окончательного исчезновения это редкостное национальное достояние» [Овсянников 1930]. Это было сказано тогда, когда еще слабо был изучен лесообразовательный процесс в местообитаниях кедровых лесов и их восстановительно-возрастная динамика. Доклад же «Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов Зауральского Приобья» Б. П. Колесникова и Е. П. Смолоногова, доложенный на той же конференции и опубликованный в виде статьи в книге «Проблемы кедра» [1960] никто не принял во внимание и практически вершителям судьбы кедра, видимо, работа никогда не была известна. Но уже тогда они впервые в докладе представили, что кедровые древостои формируются под пологом лиственных пород и становятся собственно кедровыми лесами в результате смены лиственных пород на кедр. В связи с этим лиственные насаждения с присутствием кедра в виде подроста и второго яруса, пока лиственные породы по запасу доминируют в них, лесоустройство, согласно инструкциям, относилось и относит до сих пор к березнякам и осинникам. По этой причине в материалах лесоустройства в составе распределения кедровых лесов по возрасту молодняки и средневозрастные древостои занимали и занимают наименьшую долю, что позволило В.Ф. Овсянникову и его последователям заявить о кедровых лесах как о вымирающей лесной формации. И повторять это стало обычаем для всех последующих защитников кедровых лесов – писателей, журналистов, «зеленых», чиновников и напуганных обывателей, что и привело к появлению "проблемы кедра", которая до сих пор научно не решена.

Доклад этих двух выдающихся ученых вызвал множество исследований природы кедровых лесов, результаты которых позволяют построить систему лесного хозяйства в кедровых лесах научно обоснованно с получением значительного эколого-экономического эффекта.

Автоморфные кедровые леса, распространенные на равнинной части Сибири, формируются только в составе древостоев всех других лесных формаций – березовой, осиновой, сосновой, пихтово-еловой, лиственничной, проходя долгий и сложный путь развития от наименьшего представительства в сложных насаждениях до доминирования в них. В лесорастительных условиях без вмешательства человека они возобновляются и развиваются на месте разрушенных лесов, возникающих под воздействием различных природных факторов и, в частности, главных из них, русловых потоков рек, переотлагающих аллювиальные наносы, и лесных пожаров, создающих благоприятные условия для возобновления новых поколений лесов [Седых 1979, 2009, 2014 и др.].

В поймах местных рек кедр, поселяясь и постепенно накапливаясь под пологом сосновых, сосново-березовых и пихтово-еловых древостоев, длительное время не имеет эдификаторного значения и только на определенном этапе лесообразовательного процесса, через 300-350 лет после освобождения участков поймы от паводкового режима водного потока, становится господствующей породой, и в течение последующего длительного периода это положение сохраняется. Эта закономерность возникновения и развития кедровых лесов на пойменных террасах является типичной для всех долин равнинных рек, что следует учитывать при разработке технологий лесопользования и различных природоохранных мероприятий в водоохраных зонах с учетом динамики русловых процессов.

Наиболее типичным в лесообразовательном процессе является возникновение и формирование кедровых лесов под пологом всех других лесообразователей, что обозначается как восстановительно-возрастная динамика кедровых лесов. Наиболее активно и повсеместно на равнинной части Сибири проявляется она в автоморфных условиях в составе березовых и осиновых насаждений. Кедр, поселяясь после пожаров под пологом лиственных древостоев, длительное время, находясь в подчиненных ярусах, только в 120-180 лет становится господствующей породой в насаждениях. Кедровые древостои совместно с лиственными проходят 6 фаз возрастного развития, отличающихся темпами роста лесообразователей и строением насаждений, которые хорошо распознаются как наземными, так и дистанционными методами. Возрастная структура древостоев кедра не остается постоянной и в процессе их онтогенеза изменяется от простой к сложной. Относительно одновозрастные древостои кедра в первых фазах развития в 20-80 лет через 150-200 лет становятся относительно разновозрастными и далее преобразуются в абсолютно-разновозрастные в результате постепенной смены поколений.

Наряду с возрастным изменением всех таксационных показателей преобразуется также живой напочвенный покров. Видовой состав со временем обедняется, постепенно замещается сфагновыми мхами и багульником, а мощность лесной подстилки с моховым очесом достигает 30-50 см, что приводит к смене некогда автоморфных кедровников на полугидроморфные мшистые типы леса. В настоящее время на равнинной части Сибири повсеместно присутствуют все фазы развития кедровников, что следует обязательно учитывать при лесоустройстве и все лесохозяйственные мероприятия в кедровых лесах осуществлять в соответствии с их восстановительно-возрастной динамикой.

В результате смены пород в процессе аллювиальных сукцессий и изменения состава сложных березово-кедровых, осиново-кедровых, сосново-кедровых, елово-пихтово-кедровых насаждений после пожаров происходит увеличение площади кедровых лесов. Наиболее активно это явление осуществляется в процессе смены коротко-производных лиственных насаждений за счет первого поколения кедра. Смена сосны на кедр и длительно-производных осинников и березняков проходит крайне редко в силу происходящих низовых пожаров. Каждое направление характеризуется определенной последовательностью и темпа-

ми смены пород, особенностями строения и морфоструктуры лесных сообществ, что позволяет достаточно надежно идентифицировать принадлежность сложных лесных сообществ к той или иной лесной сукцессии.

На основании изложенных особенностей восстановительно-возрастной динамики и многочисленных исследований в этой области при таксации лесов насаждения коротко-производных березняков и осинников с наличием в подросте и во втором ярусе кедров настоятельно предлагается относить к кедровым лесам и ввести лесное хозяйство в них, направленное на ускорение смены березы

и осины на кедр. При этом целесообразно пользоваться таблицами хода роста кедровых древостоев, содержащих информацию о возрастной динамике таксационных признаков, указывающих о направленности процесса изменения состава лесообразователей, ведущих к смене пород. Отнесение всех фаз восстановительно-возрастной динамики с временным доминированием лиственных пород к кедровой формации позволяет установить реальную площадь кедровых лесов с присутствием в них реальной площади молодых и средневозрастных насаждений кедров, что позволит приступить на подлинно научной основе к разработке любых вариантов ведения лесного хозяйства в равнинных кедровниках Сибири.

Для решения задач лесопользования в кедровых лесах с учетом их динамики впервые составлены таблицы хода роста сложных древостоев, возникающих и развивающихся во всех автоморфных типах кедровых лесов. Их использование прежде всего позволяет достаточно корректно прогнозировать развитие не отдельных насаждений, а лесного покрова, состоящего из множества насаждений различных возрастных фаз восстановительно-возрастной динамики кедровых лесов и тем самым проектировать освоение всех лесных ресурсов не на отдельных участках, а на территориях с лесным покровом, образованных совокупностью генетических типов леса. При этом становится возможным, наконец-то, на основе данных таблиц приступить к разработке метода оценки производительных сил лесной земли, и в конечном итоге, расчета ее стоимости. Составленные таблицы хода роста кроме главной лесообразующей породы содержат сведения о возрастных изменениях таксационных показателей других лесообразователей, а также в них становится возможным воспроизвести информацию о развитии других возобновляемых растительных ресурсов, пищевых и лекарственных растениях, возникающих под пологом сложных насаждений кедров. Наличие этой информации позволило бы в комплексе с древесиной всех лесообразователей оценивать потенциальные возможности лесорастительных условий местообитания кедровых лесов. Это дало бы возможность разрешить проблему кадастра лесных земель, которую стало бы возможным осуществить при наличии таблиц хода роста, отражающих восстановительно-возрастную динамику всех возобновляемых ресурсов в границах генетических типов леса и их комплексов.

Выдающиеся конкурентные свойства кедров, позволяющие занимать господствующее положение в составе сложных насаждений в развитии множества

лесных сукцессий и тем самым надолго вытеснять любых лесообразователей с их местообитаний, необходимо всегда учитывать при разработке любых руководств и рекомендаций ведения лесного хозяйства в кедровых лесах. Слабая изученность процесса смены насаждений различных лесообразователей на кедровые привела к просчетам в ведении хозяйства в кедровых лесах Сибири, что вызвало значительный ущерб в решении экономических задач лесных районов. В связи с этим, с целью исключения допущенных просчетов в настоящее время лесной науки необходимо сосредоточить усилия по использованию и получению новых знаний о восстановительно-возрастной динамике кедровых лесов Сибири, позволяющих построить в них систему лесопользования на подлинно научной основе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колесников Б. П., Смолоногов Е. П. Некоторые закономерности возрастной и восстановительной динамики кедровых лесов Зауральского Приобья// Проблемы кедра. – Новосибирск: Изд-во АН СССР, 1960. С. 21-33.
2. Овсянников В. Ф. Хвойные породы // Книжное дело. – Хабаровск, 1930. – 202 с.
3. Седых В. Н. Леса Западной Сибири и нефтегазовый комплекс. М.: Экология, 1996. – 36 с.
4. Седых В. Н. Парадоксы в решении экологических проблем Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 2005. – 160 с.
5. Соколов В. А., Семечкин И.В., Втюрина О.П., Кузьмин Н.С., Соколова Н.В. Проблемы организации и ведения лесного хозяйства в кедровых лесах Сибири. – ГЕО-Сибирь-2012. VII Международная научная конференция, 10-20 апреля 2012 г. – Новосибирск, 2012. – С. 8-14.
6. Седых В. Н. Формирование кедровых лесов Приобья. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 110 с.
7. Седых В. Н. Лесообразовательный процесс. – Новосибирск: Наука, 2009. – 164 с.
8. Седых В. Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири. – Новосибирск: Наука, 2014. – 232 с.

© В. Н. Седых, 2015

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ТРЕХКРАТНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ ЮГО-ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Вячеслав Георгиевич Колмогоров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

В статье представлен анализ результатов трехкратного нивелирования по сибирским линиям.

Ключевые слова: современное вертикальное движение земной поверхности, направление, интенсивность, скорость, платформа, геосинклинали, корреляционно-регрессионный анализ, максимальная деформация.

ANALYSIS OF SOUTH-WEST SIBERIA TRIPLE LEVELING RESULTS

Vyacheslav G. Kolmogorov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

Analysis of South-West Siberia triple leveling results is presented.

Key words: current vertical motion of the Earth surface, direction, intensity, velocity, platform, geosynclines, correlation-regression analysis, maximum strain.

Периодичность и механизм ритмичности современных вертикальных движений земной поверхности (СВДЗП) изучены недостаточно, главным образом, из-за отсутствия количественных данных многократного (хотя бы тройного) нивелирования протяженных линий в течение длительного периода. Периодичность региональных СВДЗП анализировалась в редких случаях по отдельным линиям, в основном, с использованием результатов нивелирования 1901–1920 гг., выполненного ГУГК не с целью изучения современных движений, а для решения других задач народного хозяйства. Поскольку анализ результатов многократного нивелирования любой протяженной трассы, пересекающей различные тектонические структуры, позволяет в какой-то мере прояснить вопрос о периодичности современных вертикальных движений, в статье представлены результаты трехкратного нивелирования трех сибирских линий: Омск–Ачинск, Ачинск – Абакан, Локоть – Алтайская – Новосибирск.

Как известно, [1-12] при вычислении скоростей СВДЗП (v_h) принимается гипотеза о постоянстве направленности и интенсивности скорости движений между смежными моментами нивелирования. На этом основании полученное среднее значение скорости движений за интервал времени между нивелировками рассматривается как нормированная величина, которая может быть исполь-

зована для сравнения перемещения отдельных точек земной поверхности за неодинаковые промежутки времени для всей трассы (или различных регионов).

Интервалы между первым и вторым, вторым и третьим нивелированиями вышеназванных линий почти одинаковы – 21 и 23 года. Возможны разные варианты проявления вертикальных движений за рассматриваемый период. Первый вариант – вертикальные движения в течение 45 лет были однонаправленными и равномерными, т.е. $v_{12} = v_{23} = v_{13}$. Второй вариант – вертикальные движения в течение первой и второй эпох были разнонаправленными, но одинаковыми по интенсивности. В этом случае скорость v_{13} равна разности скоростей v_{12} и v_{23} . На графиках относительных скоростей СВДЗК, отражающих вертикальные подвижки различных крупных тектонических структур Сибири, оба случая имеют место.

Сопоставление результатов нивелирования линии Омск–Ачинск (1942, 1963, 1987 гг) показало, что для структур мезозойского комплекса Западно-Сибирской плиты для всех трех эпох характерны небольшие (1,0–1,5 мм/год), одинаковые по величине и знаку, отрицательные скорости вертикальных движений (рис. 1).

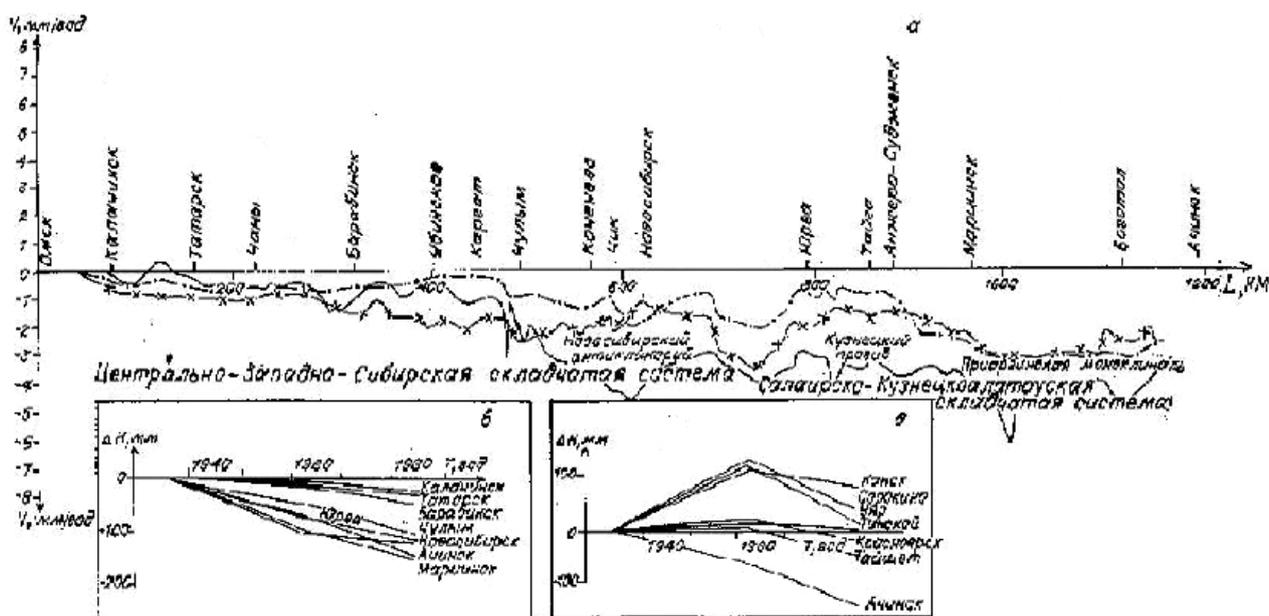


Рис. 1. Графики изменения скоростей СВДЗП:

а – по линии Омск–Новосибирск–Ачинск за 1942–1964 гг. (1), 1962–1986 гг. (2), 1942–1986 гг. (3); б, в – изменение высот во времени отдельных реперов

Значения скоростей современных вертикальных движений v_h , близкие к нулю в районе Убинского антиклинория, указывают на стремление последнего сохранить устойчивое положение на протяжении 45-летнего периода. Наибольшие амплитуды и скорости прогибания испытывают орогенные структуры герцинской Томь-Колыванской области – Новосибирский и Митрофановско–Буготакский

антиклинории, скорость прогибания которых существенно уменьшилась в течение 1964-1987 гг. В пределах этих антиклинориев геофизическими методами установлен избыток плотности в коре и высокое положение границы литосфера-астеносфера [13]. По-видимому, эти факторы обуславливают изостатическое опускание всего блока литосферы и, как следствие этого, современное прогибание земной поверхности в течение периода 1942–1987 гг. со скоростью 3–4 мм/год [14].

Участок Юрга–Ачинск, пересекающий салаирскую систему Алтае-Саянской области и межвпадинную зону, отделяющую Тегульдетскую впадину на севере от Назаровской на юге, по данным нивелирования в течение этого времени испытывала опускание с постоянной скоростью 3–4 мм/год.

Линия Локоть–Алтайская–Новосибирск, пересекающая с юга на север Барнаульский устойчивый массив и мобильную зону сопряжения Западно-Сибирской плиты с Алтае–Саянской областью, отнивелирована в 1932–1933, 1955 и 1980 гг. Как видно из рис. 2, на фоне почти устойчивого положения Барнаульского массива Алейская и Барнаульская впадины в течение 50 лет сохраняют постоянную скорость своего прогибания, равную 3 мм/год. Относительно Барнаульского устойчивого массива Буготакско–Митрофановский и Новосибирский антиклинории за период 1932–1955 гг. прогибались, затем, после смены знака движений, вернулись к своему первоначальному положению.

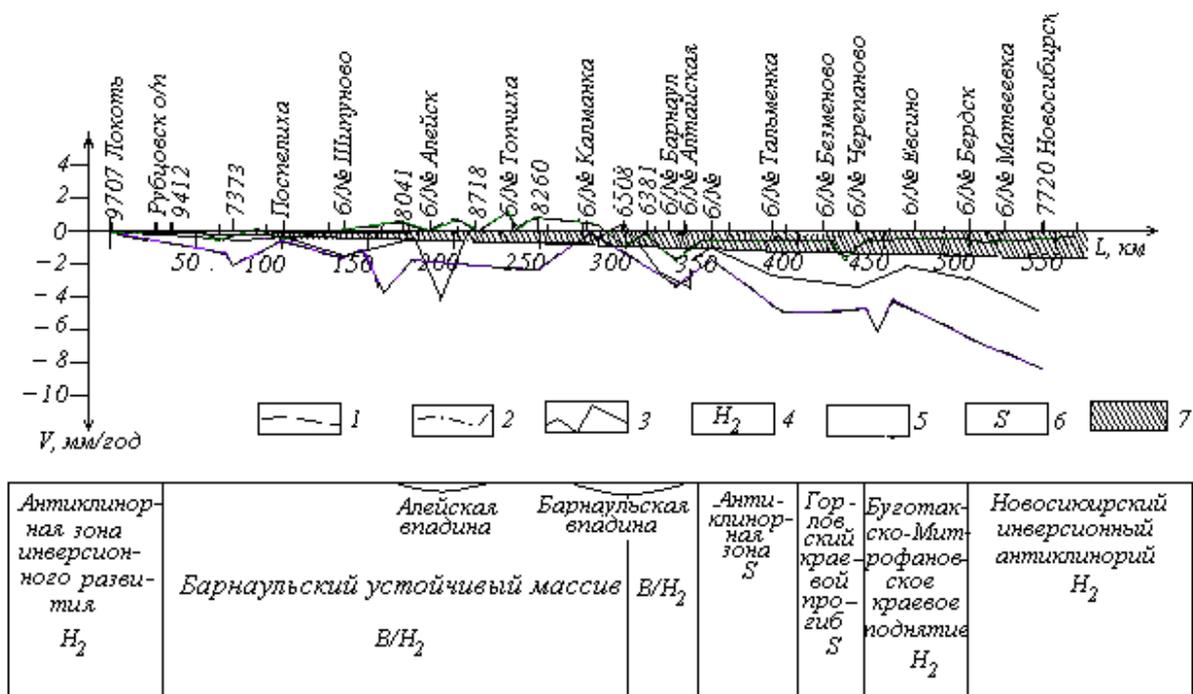


Рис. 2. Графики изменения скоростей СВДЗП по линии Локоть–Барнаул–Новосибирск за 1932–1955 (1), 1955–1980 (2), 1832–1980 (3) гг.; 4 – области позднегерцинской складчатости; 5 – области байкальской складчатости, переработанные герцинским тектоногенезом; 6 – область салаирской складчатости; 7 – доверительный интервал возможных погрешностей определения скоростей СВДЗП за период 1932–1955 гг.

Трасса Ачинск–Абакан протяженностью 400 км начинается в пределах Аргинского горста, пересекает Назаровскую впадину, проходит по структурам складчатого чехла Хакасского устойчивого массива и заканчивается в пределах западного борта Южно-Минусинской впадины (рис. 3). Эта линия отnivelирована в 1931–1932, 1950 и 1985–87 гг. Сравнение этих нивелировок позволило установить колебательный характер СВДЗП: если в первый период (1932–1950 гг.) прогибалась относительно г. Ачинска только Назаровская впадина, а остальные структуры воздымались, то во второй (1950–1986) уже вся территория испытывает опускание, но относительная скорость прогибания меньше скорости поднятия и за 54 года вся территория, за исключением Назаровской впадины, поднялась (рис. 3).

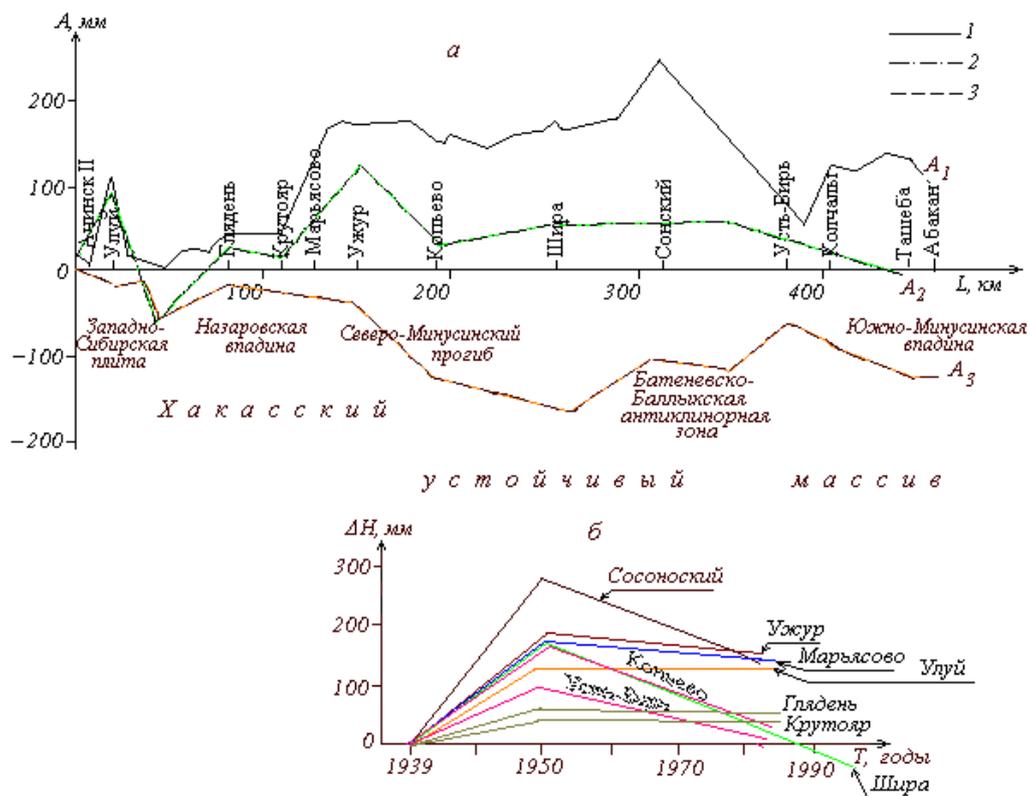


Рис. 3. Графики изменения амплитуд СВДЗП по линии Ачинск–Абакан:
 а – по профилю за 1932–1950 (1), 1932–1986 (2), 1950–1986 гг. (3);
 б – изменение во времени высот отдельных реперов.

Как видно из приведенных графиков, скорости региональной составляющей СВД, порождаемых процессами, происходящими в нижней части коры, малы и по всему протяженному профилю, пересекающему Западную Сибирь, не превышают 1–2 мм/год. За 45-летний период эти движения не изменили ни направленности, ни темпа. Локальная же составляющая СВДЗК, являющаяся результатом коровых процессов, в некоторых районах меняла за этот период и направленность, и темп. Особенно ярко это проявилось в зоне сопряжения За-

падно-Сибирской плиты с Алтае-Саянской областью и Енисейским кряжем. Анализ результатов трехкратного нивелирования протяженных профилей на юге Сибири показал, что последний период (после 1950–1960 гг) развития многих структур характеризуется инверсией вертикальных движений или ослаблением тектонической активности.

Аналогичным образом проанализированы 32 линии повторного нивелирования, расположенные на территории Байкальской рифтовой зоны и Западного Забайкалья, 35 линий, пересекающих Западно-Сибирскую плиту и Алтае-Саянскую область [14, 15]. Анализ неуравненных скоростей СВДЗК по протяженным профилям позволил довольно уверенно разделить движения земной коры на первичные (региональные), обусловленные глубинными процессами, и вторичные (локальные), представляющие собой местную реакцию разных по механическим свойствам пород на сложные напряженные состояния, возникающие в земной коре при ее первичных движениях. Эти данные позволили сравнить темп и характер современного развития платформ, геосинклиналей и складчатых областей и сделать следующие выводы.

1. Характерные размеры областей вертикальных движений земной поверхности одного знака как в пределах платформ, так и орогенов Сибири образуют упорядоченную иерархическую систему. Совместное рассмотрение современных вертикальных движений со структурами складчатого фундамента и платформенного чехла показало, что дифференциация современных движений на локализованные зоны поднятий и опусканий обусловлена главным образом неоднородностью строения фундамента.

2. По данным повторного нивелирования не только выявлены неоднородности геологической среды, но и дана количественная оценка подвижек отдельных блоков земной коры или ее отдельных структур. Установлено соответствие положения прогибов и поднятий кровли фундамента и зон отрицательных и положительных значений скоростей СВДЗК. Это свидетельствует о том, что отрицательные структуры I порядка складчатых систем фундамента, например, Западно-Сибирской плиты, на современном этапе своего развития продолжают унаследовано прогибаться. На фоне этого регионального опускания структуры II и высших порядков опережают прогибание региональных структур.

3. Молодая Западно-Сибирская плита и древняя Сибирская платформа отличаются меньшей интенсивностью и контрастностью современных региональных движений, наличием обширных областей слабого опускания и поднятия от Байкальской рифтовой зоны, где региональные движения характеризуются высокой контрастностью и дифференцированностью, а значения их скоростей в несколько раз выше, чем на платформах. Однако скорость локальной составляющей современных вертикальных движений платформенных областей сопоставима со скоростями таких же движений в геосинклинальных регионах.

4. На основе корреляционно-регрессионного анализа разработана методика прогнозирования и картирования скоростей СВДЗК на территории, покрытые редкой сетью повторного нивелирования, что позволило впервые составить

карты, отражающие современную кинематику земной поверхности различных регионов Сибири.

Максимальные деформации земной поверхности наблюдаются в зоне сочленения Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы, прогибающихся примерно с одинаковой интенсивностью в северо-восточном и северо-западном направлениях соответственно. Объяснением этого явления могут служить пульсационное перемещение базальтовой магмы в зонах Вильменской, Канско-Тасеевской впадины и Присаянского прогиба, с одной стороны, и высокий темп погружения Усть-Енисейского прогиба с возможным динамическим влиянием Худосейского грабен-рифта, с другой стороны [13].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каленицкий А. И., Васильева Е. Е. Оценка площади физической поверхности участка на территории Алтайского края // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 68–73.
2. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. О комплексной интерпретации данных геодинámico-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 3–13.
3. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 3–9.
4. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. О корреляциях функций случайных ошибок измерений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 21–27.
5. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Разности повторных измерений как объекты статистического анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 27–30.
6. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Сравнительная характеристика результатов двух статистических методов анализ разностей повторных измерений // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 46–51.
7. Современная геодинамика Дальнего Востока по результатам геофизических и геодинамических измерений / В. Ю. Тимофеев, Д. Г. Ардюков, В. М. Соловьев, С. В. Шибаев, А. Ф. Петров, П. Ю. Горнов, Н. В. Шестаков, Е. В. Бойко, А. В. Тимофеев // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 30–36.
8. Дорогова И. Е. Интерпретация наблюдений за движениями земной коры на техногенном полигоне // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1. – С. 203–207.
9. Дорогова И. Е., Дербенев К. В. Глобальные вихревые движения блоков земной поверхности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 244–247.
10. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Середович В. А. Об особенностях мониторинга техногенной геодинамики в районах интенсивного извлечения нефти и газа // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 223–230.
11. Колмогоров В. Г. Теоретические основы изучения современных деформаций земной поверхности // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 9–13.
12. Мазуров Б. Т., Дорогова И. Е., Дербенев К. В. Горизонтальные движения земной коры вращательного характера, наблюдаемые на геодинамических полигонах // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоин-

форматика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 239–243.

13. Трофимов В.Т. Основные закономерности строения Западно-Сибирской плиты // Природные условия Западной Сибири. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1980. – Вып. 7. – С. 13–36.

14. Колмогоров В.Г. Кинематика земной поверхности Западной Сибири по результатам инструментальных наблюдений // Геология и геофизика. – 1977. – Т.38, № 9. – С. 1538–1548.

15. Колмогоров В. Г. Современная геодинамика Сибири по результатам геодезических и геолого-геофизических исследований: монография. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 236 с.

© В. Г. Колмогоров, 2015

ИЗМЕНЕНИЯ И УТОЧНЕНИЯ ГРАНИЦ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Виктор Анатольевич Калюзин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Федор Васильевич Каравайцев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, аспирант кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)734-70-70, e-mail: 9sgga@mail.ru

Предложены изменения в законы и подзаконные акты в аспекте подготовки и представления землеустроительной документации в ГКН.

Ключевые слова: муниципальное образование, территория, граница, установление, изменение, уточнение, подход, порядок.

MUNICIPALITIES BOUNDARIES ADJUSTMENT AND AMENDMENT

Victor A. Kalyuzhin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., head of the Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Fedor V. Karavaitsev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, Department of Geomatics and Property & Infrastructure, tel. (913)734-70-70, e-mail: 9sgga@mail.ru

Changes to be introduced into laws and by-laws are offered. They involve preparation and presentation of the data on municipalities boundaries for state real-estate cadaster.

Key words: municipality, territory, boundary, establishment, change, amendment, order, approach.

Управление развитием территорий невозможно без полных, достоверных и актуальных данных о её состоянии, в том числе без установленных границ муниципальных образований.

Как известно, установление на местности границ муниципальных образований осуществляется в случае изменения или уточнения по инициативе соответствующей администрации [1].

В настоящее время, в земельном законодательстве, как на федеральном, так и на уровне субъектов Федерации определен порядок только в отношении изменения границ муниципальных образований (МО), а это обуславливает совершенствование законодательной базы, так как данный процесс существенно влияет на темпы развития территории.

В этой связи рассмотрим основные процессы и их продолжительность при внесении сведений о границах МО в государственный кадастр недвижимости.

Внесение сведений об измененных границах МО в государственный кадастр недвижимости выполняется следующим образом:

- утверждение границ МО законом в субъекте Федерации;
- проведение торгов на выполнение землеустроительных работ;
- проведение землеустроительных работ по описанию границ МО;
- предоставление землеустроительного дела и сопровождение внесения сведений о границах МО в государственный кадастр недвижимости.

Анализ порядка изменений границ МО в Новосибирской области [2] показал, что утверждение границ МО осуществляется в три этапа (рис. 1).

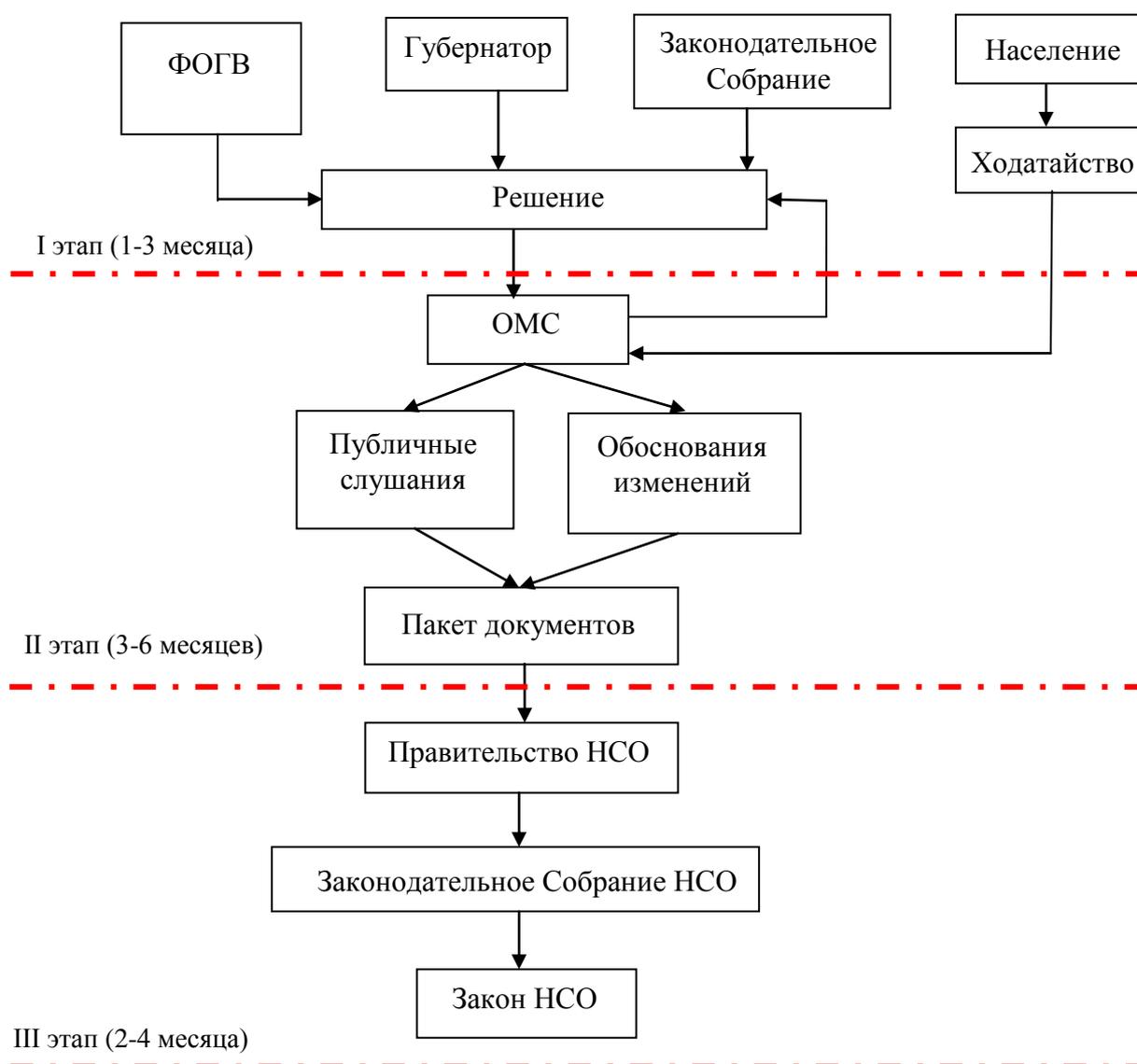


Рис. 1. Порядок утверждения изменений границ муниципальных образований

На первом этапе в сроки от одного до трех месяцев выдвигается инициатива и подготавливается решение о необходимости изменений границ МО.

С инициативой могут выходить: федеральные органы государственной власти (ФОГВ); Губернатор Новосибирской области (НСО); Законодательное Собрание НСО; органы местного самоуправления (ОМС) и население. Результатом данного этапа является решение о необходимости изменения границ МО, которое направляется в соответствующие администрации МО.

На втором этапе глава администрации МО в течение шести месяцев проводит публичные слушания и подготавливает: финансово-экономическое обоснование; карту (схему), план границ МО и экспликацию земель, предполагаемых к включению в территорию МО или выписку из генерального плана поселения.

На третьем этапе в сроки от двух до четырех месяцев подготавливается проект Закона об изменении границ МО, который рассматривается в Законодательном Собрании НСО. В дальнейшем выполнение землеустроительных работ по описанию границ МО и их внесению в ГКН.

В начале органы местного самоуправления в пределах одного месяца должны принять решение о проведении таких работ [12], а затем в соответствии с федеральным законом [13] в течение двух месяцев проводят торги и заключают договор с подрядной организацией.

Из анализа опыта работ и анализа нормативных и подзаконных актов [3-9 и 12] следует, что состав землеустроительных работ по описанию границ МО включает следующие этапы и их продолжительность:

- 1) подготовительный (1 месяц);
- 2) формирование карты (плана) границ муниципальных образований, (от 1 до 2 месяца);
- 3) согласование. Если этот процесс распараллелить и предположить, что отсутствуют разногласия между смежными МО, то согласование можно теоретически выполнить в сроки от 0,5 до 1 месяца;
- 4) комплектование землеустроительного дела (от 0,5 до 1 месяца).

В дальнейшем, ОМС (ОГВ) предоставляют землеустроительное дело и в том числе карту (план) границ МО по каналу информационного взаимодействия [14] в порядке [11], представленном на рис. 2. Из рис. 2 следует, что общая продолжительность внесения сведений о границах МО в ГКН составляет 2,5 месяца.

Таким образом, от выдвижения инициативы до внесения сведений о границах МО в ГКН проходит от 14,5 до 21,5 месяца, из них:

- 1) на утверждение границ МО – от 6 до 10 месяцев;
- 2) на проведение землеустроительных работ по описанию границ МО, в том числе на проведение торгов и заключение договора – от 6 до 9 месяцев;
- 3) на внесения сведений о границах МО в ГКН - 2,5 месяца.

Следует отметить, что в соответствии с частью 6 статьи 15 Федерального закона [2] ОГВ (ОМС) должны в течение шести месяцев с даты утверждения закона об изменении границ МО предоставить в орган кадастрового учета карту (план) объекта землеустройства (в формате XML) и электронный образ землеустроительного дела, заверенные соответствующим образом.

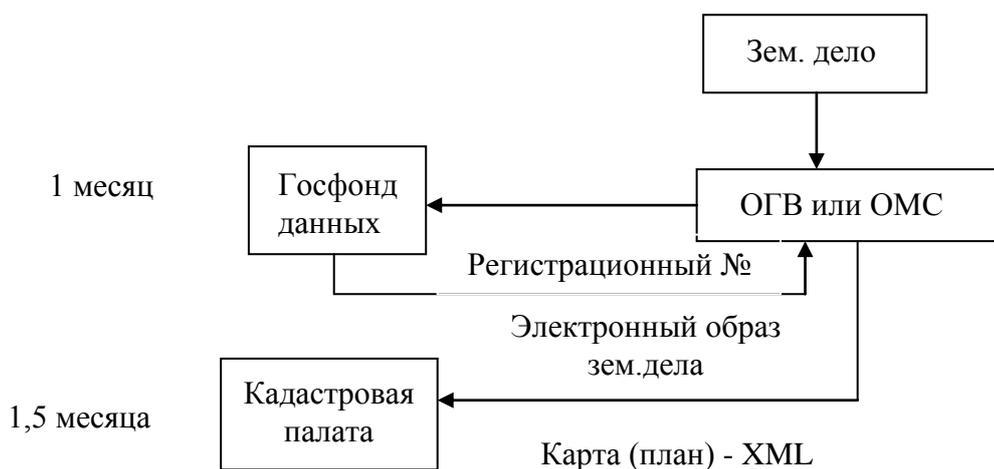


Рис. 2. Порядок предоставления сведений ОГВ и ОМС

Очевидно, что в ряде случаев ОГВ (ОМС) будет затруднительно выдерживать вышеназванные сроки.

Территория муниципальных образований является динамичным образованием: в процессе ее развития и модернизации образуются новые земельные участки и уточняются существующие границы объектов недвижимости. И в приграничной области территории происходит взаимное пересечение границ земельных участков с границами МО. Исправление этих пересечений в рамках изменения границ МО, при условии, что величина пересечения этих границ находится в пределах ошибки определения границ МО не целесообразно. Так как это может привести к снижению темпов вовлечения в оборот земель муниципалитета и как следствие негативно влияет на климат инвестиционной привлекательности территории.

В целях создания основы эффективного управления развитием территорий, предлагается внести следующие изменения в земельное законодательство и подзаконные акты [2, 11, 14].

Во-первых, при изменении границ МО необходимо осуществлять подготовку картографического и координатного описания, землеустроительного дела, в том числе карту (план) объекта землеустройства, составленных на крупномасштабных планах масштаба 1:5000 (1:2000) на участках, где планируются изменения границ, а при отображении других частей границ -сельскохозяйственные планы масштаба 1:10 000 (т.е. внести изменения в пункт 7 части 7 статьи 14 Закона Новосибирской области «О административно-территориальном устройстве»).

Во-вторых, предоставление сведений о границах МО в ГКН предлагается осуществлять в следующем порядке: со дня вступления в силу закона субъекта Федерации об изменении границ органы ОГВ (ОМС) направляют в ГКН в электронном виде карту (план) объекта землеустройства, при этом границы МО должны иметь статус «временный», до предоставления землеустроительного дела в государственный фонд данных. Срок предоставления землеустроитель-

ного дела в данный фонд может составлять от 1 до 2 месяцев. То есть внести изменения в пункт 17 часть 2 Постановление Правительства Российской Федерации № 71 от 3 февраля 2014 года;

В-третьих, предлагается внести в федеральный закон [14] процедуру уточнения границ МО по границам земельных участков, имеющие статус «уточненные» в пределах полномочий органа кадастрового учета. Если границы ЗУ пересекают границы МО в пределах ее трех кратной ошибки. Причем данную процедуру должен осуществлять орган кадастрового учета. То есть внести изменения в пункт 9 Постановления Правительства РФ «Об утверждении правил установления на местности объектов землеустройства»; статью 28 Федерального закона № 221 «О государственном кадастре недвижимости».

В-четвертых, предлагается сократить сроки внесения сведений в ГКН до 15 рабочих дней. То есть внести изменения в пункт 6 статьи 15 Федерального закона № 221 «О государственном кадастре недвижимости».

Таким образом, предложенные изменения в законы и подзаконные акты в аспекте подготовки и предоставления землеустроительной документации в ГКН позволяют повысить эффективность управления территориями и минимизировать бюджетные расходы на административно-территориальное устройство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков С. Н. Землеустроительное проектирование [Текст] / С. Н. Волков, В. П. Троицкий, Н. Г. Конокотин и др.; Под реж. С. Н. Волкова. – М.: Колос, 1997. – 608 с.
2. Дудникова, В.А., Оберддерфер, Л.И. Территория муниципального образования: населенные пункты, изменение границ. – Новосибирск, 2012.-154с.;
3. Калюжин, В.А. Новоселов Ю.А., Каравайцев Ф.В. Опыт уточнения границ [Текст] / Ю.А. Новоселов, Ф.В. Каравайцев // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 181–184.
4. Об опыте внесения в государственный кадастр недвижимости территорий зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории города Новосибирска / В. А. Калюжин, Н. В. Одинцова, А. Р. Бессильных, Ю. В. Альвинский // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 168–173.
5. Калюжин В. А., Одинцова Н. В., Каравайцев Ф. В. Подход формализации уточнения границ муниципальных образований // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 141-144.
6. Калюжин В. А., Одинцова Н. В. Опыт внесения в государственный кадастр недвижимости зон с особыми условиями использования территории // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 82–87.
7. Калюжин В.А., Одинцова Н.В., Рожкова Г.Э. Об опыте уточнения границ города Новосибирска // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользова-

ния, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 156–161.

8. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.07.2002 г. № 514 «Об утверждении Положения о согласовании и утверждении землеустроительной документации, создании и ведении государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/>.

10. Приказ Минэкономразвития России от 3 июня 2011 г. N 267 г. Москва "Об утверждении порядка описания местоположения границ объектов землеустройства" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/>.

11. Постановление Правительства Российской Федерации от 03 февраля 2014 г. № 71 «Об утверждении правил направления органами государственной власти и органами местного самоуправления документов, необходимых для внесения сведений в государственный кадастр недвижимости, в федеральный орган исполнительной власти, уполномоченный в области государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, кадастрового учета и ведения государственного кадастра недвижимости, а также о требованиях к формату таких документов в электронной форме» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/>.

12. Федеральный закон «О землеустройстве» от 18.06.2001 №78-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/document/legislation/3350>.

13. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www./>.

14. Федеральный закон от 24.07.2007 №221 – ФЗ «О государственном кадастре недвижимости» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/document/legislation/325210>.

© В. А. Калюжин, Ф. В. Каравайцев, 2015

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТАВЛЕННЫХ РЯДОВ РАЗНОСТЕЙ ДВОЙНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Владимир Евгеньевич Мизин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, 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 STATISTICAL ANALYSIS COMPOSITES ROWS OF THE DIFFERENCES REPEATED MEASUREMENTS

Vladimir E. Mizin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, senior lecturer, Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (383)344-36-60, e-mail: ssga221@mail.ru

The statistical analysis of the differences repeated measurements is executed for the composites of traverse sides in process of linear objects monitoring.

Key words: analysis, difference, criterion, statistics, amendment, network.

Любые статистические исследования предполагают наличие большого объема исходной информации. В статистических исследованиях, выполняемых для целей мониторинга линейных объектов, в качестве информации могут быть использованы разности повторных наблюдений углов или сторон полигонометрического хода [1] – [4]. Число элементов такой статистической совокупности невелико. Увеличить ее объем можно путем объединения результатов наблюдений смежных ходов одинаковой заданной точности.

Выясним, всегда ли использование составленной совокупности приводит к повышению эффективности статистического анализа.

Выполнено четыре цикла наблюдений полигонометрического хода с числом сторон $n = 17$ и точностью линейных измерений, характеризуемой средней квадратической ошибкой $m_s = 3,6$ мм. Пункты хода третьего и четвертого циклов получили смещения, которые привели к появлению систематических ошибок в результатах линейных измерений, $\delta < 2 m_s$.

В первом варианте количество смещенных сторон $n(\delta) = 13$:

третий ряд измерений $\delta_3^{(i)} = -6$ мм ($i = 5, 6, \dots, 16$), $\delta_3^{(17)} = 6$ мм;

четвертый ряд измерений $\delta_4^{(j)} = -7$ мм ($j = 5, 6, \dots, 16$), $\delta_4^{(17)} = 7$ мм.

Во втором варианте $n(\delta) = 16$:

третий ряд измерений $\delta_3^{(i)} = -6 \text{ мм}$ ($i = 2, 3, \dots, 16$), $\delta_3^{(17)} = 6 \text{ мм}$;

четвертый ряд измерений $\delta_4^{(j)} = -7 \text{ мм}$ ($j = 2, 3, \dots, 16$), $\delta_4^{(17)} = 7 \text{ мм}$.

Добавим к разностям сторон первого (реального) хода случайные разности сторон двух моделей полигонометрического хода той же точности угловых и линейных измерений и выполним статистический анализ одиночных и составленных рядов разностей двойных измерений сторон:

$$d(i - j) = \Delta_i - \Delta_j. \quad (1)$$

Статистический анализ закона распределения с использованием критерия согласия Пирсона χ^2 , оценки значимости асимметрии и эксцесса кривой распределения, проверки свойств случайных ошибок [3] подтверждает, что составленные разности, вычисленные по случайным ошибкам измерений, распределены нормально.

Наличие систематических ошибок искажает свойства случайных ошибок измерений, обусловленных нормальным законом их распределения:

1) случайные ошибки Δ по абсолютной величине с заданной вероятностью p не превосходят определенного предела:

$$p(|\Delta| < \bar{\sigma}) = 0,683; \quad p(|\Delta| < 2\bar{\sigma}) = 0,954; \quad p(|\Delta| < 3\bar{\sigma}) = 0,997; \quad (2)$$

2) положительные и отрицательные случайные ошибки, равные по абсолютной величине, равновозможны:

$$p(\Delta > 0) = p(\Delta < 0) = 0,5; \quad (3)$$

3) малые по абсолютной величине случайные ошибки встречаются чаще, чем большие:

$$p(\bar{\sigma} < |\Delta| \leq 2\bar{\sigma}) = 0,271; \quad p(2\bar{\sigma} < |\Delta| \leq 3\bar{\sigma}) = 0,043; \quad (4)$$

4) среднее арифметическое случайных ошибок при возрастании числа наблюдений по вероятности стремится к нулю:

$$\text{Вер. лим } [\Delta]/n = 0 \text{ при } n \rightarrow \infty. \quad (5)$$

Первые три свойства проверяем критерием равенства вероятностей [5] – [7] по формуле:

$$P(|k - np| < t\sigma) = \beta, \quad (6)$$

где k – число ошибок в заданном интервале, n – число всех ошибок, подлежащих исследованию, p – теоретическая вероятность попадания ошибки в заданный интервал, $\sigma = \sqrt{npq}$, $q = 1 - p$; $\beta = \Phi(t)$ – доверительная вероятность.

Если неравенство (6) выполняется, можно считать, что данное свойство имеет место, гипотеза не противоречит результатам измерений.

Если $|k - np| > t\sigma$, гипотеза о наличии данного свойства отвергается.

Четвертое свойство проверяем критерием равенства средних [6] – [8].
Статистика критерия

$$t_3 = \frac{|\bar{\Delta} - \bar{\Delta}_0|}{\bar{\sigma} / \sqrt{n}}, \quad (7)$$

где $\bar{\Delta} = [\Delta]/n$ – среднее арифметическое случайных ошибок,

$\bar{\Delta}_0 = M_{\Delta} = 0$ – теоретическое среднее, равное математическому ожиданию случайной ошибки измерения.

Если вероятность достигаемого уровня значимости $P(t > t_3)$ мала, гипотеза о равенстве среднего нулю отвергается [9] - [13].

Некоторые результаты статистического анализа закона распределения приведены в табл. 1.

Таблица 1

Проверка свойств случайных ошибок измерений

Формулы	d(1-3)	d(1-4)	d(2-3)	d(2-4)	d(1-3)	d(1-4)	d(2-3)	d(2-4)
n = 17	n(δ) = 13				n(δ) = 16			
\bar{d}	4,41	3,76	5,24	4,59	5,47	5,00	6,29	5,82
$\bar{\sigma}$	8,06	6,75	7,44	7,71	7,88	6,30	7,06	7,12
t_3	2,26	2,30	2,90	2,45	2,86	3,27	3,68	3,37
$P(t > t_3)$	0,038	0,035	0,010	0,026	0,010	0,005	0,002	0,004
Др. свойства	+	±	±	+	±	-	±	±
n = 34	n(δ) = 13				n(δ) = 16			
\bar{d}	2,97	2,15	3,24	2,50	3,50	2,76	3,76	3,12
$\bar{\sigma}$	6,90	5,91	6,56	6,28	6,93	5,89	6,55	6,19
t_3	2,51	2,12	2,87	2,32	2,94	2,74	3,35	2,94
$P(t > t_3)$	0,017	0,042	0,007	0,027	0,006	0,0098	0,0020	0,006
Др. св-ва	±	+	±	+	±	+	±	+
n = 51	n(δ) = 13				n(δ) = 16			
\bar{d}	2,20	1,18	2,51	1,53	2,55	1,59	2,86	- 1,94
$\bar{\sigma}$	6,48	6,21	6,43	6,30	6,55	6,26	6,47	6,31
t_3	2,42	1,35	2,79	1,73	2,78	1,81	3,16	2,20
$P(t > t_3)$	0,019	0,182	0,008	0,089	0,008	0,076	0,003	0,033
Др. св-ва	+	+	±	+	+	+	±	+

Здесь \bar{d} и $\bar{\sigma}$ - оценки параметров нормального закона распределения, математического ожидания (среднее арифметическое разностей двойных измерений сторон) и среднего квадратического отклонения, соответственно.

В одиночном ходе ($n = 17$) вероятности критерия равенства средних $P(t > t_3)$ не велики, менее 5% - го уровня значимости, не всегда выполняется второе свойство случайных ошибок измерений, что позволяет сделать вывод о наличии в разностях систематических влияний.

В составленных совокупностях из двух ходов ($n = 31$) практически сохраняются те же результаты. В совокупностях из трех ходов ($n = 51$) имеет место некоторое повышение достигаемого уровня значимости критерия равенства средних, в меньшей степени систематические ошибки сказываются на свойствах случайных ошибок измерений. Тем не менее, по результатам анализа ряда $d(2 - 3)$ можно утверждать, что систематические ошибки есть.

Таким образом, присоединение к смещенному ходу ряда случайных разностей еще одного – двух ходов хотя и не изменило основные результаты анализа, но увеличение случайной составляющей в общей совокупности исходных данных привело к снижению эффективности поиска систематических смещений.

Эта же тенденция проявляется при сравнении результатов статистического анализа по двум вариантам распространения систематических ошибок смещения в ходе (табл. 1).

Статистический анализ закона распределения разностей двойных измерений сторон только одного полигонометрического хода ($n = 17$) обнаружил смещения по результатам проверки свойств случайных ошибок. При этом в алгоритме программы использованы:

- критерии согласия, учитывающие количество результатов наблюдений исследуемой совокупности;
- оценки параметров, вычисленные по не группированным данным, что повысило точность их определения.
- допуски с коэффициентом $t = 2$ – аргумента интеграла вероятности $\beta = \Phi(t) = 0.95$.

Результаты корреляционного анализа пар разностей сторон приведены в табл. 2.

Таблица 2

Корреляционный анализ $d(1 - 4), d(2 - 3)$

Формулы	$n(\delta)=13, n = 17$	$n(\delta)=13, n = 34$	$n(\delta)=16, n = 17$	$n(\delta)=16, n = 34$
r	0,719	0,492	0,684	0,489
$r_2 - r_1 (t = 2)$	0,594	0,538	0,586	0,541
Корреляция	+	-	+	-

Случайные величины не коррелированы [1]. Присоединение к смещенному ряду разностей ряда случайных значений привело к усилению случайной составляющей составленной совокупности и нарушению корреляционной связи рассматриваемых пар разностей двойных измерений.

Таким образом, очевидно, что использование в целях увеличения объема исследуемой совокупности составленных рядов, не исключает необходимости анализа разностей двойных измерений по каждому отдельному ходу. Анализ одиночных ходов позволяет локализовать очаги смещения и не «потерять» их среди случайных разностей добавленных ходов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мизин, В.И. Корреляционный анализ разностей повторных наблюдений геодезической основы при мониторинге линейных объектов [Текст] / В.Е. Мизин // Изв. Вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2011. - №3 – С. 26 – 28.
2. Мизин, В.Е. Проектирование полигонометрического хода методом моделирования // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 123–126.
3. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Сравнительная характеристика результатов двух статистических методов анализа разностей повторных измерений // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 41–46.
4. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Разности повторных измерений как объекты статистического анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 27–30.
5. Смирнов, Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика в приложении к геодезии [Текст] / Н.В. Смирнов, Д.А. Белугин. – М.: Недра, 1969, - 382 с.
6. Лесных Н. Б. Законы распределения случайных величин в геодезии: монография. – Новосибирск: СГГА, 2005. – 128 с.
7. Лесных Н. Б. Объекты статистического анализа в геодезии: монография. – Новосибирск: СГГА. – 2010. – 128 с.
8. Митропольский, А.К. Техника статистических вычислений [Текст] / А.К. Митропольский. – М.: Наука, 1971. – 576 с.
9. Кремер, Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика [Текст]/ Н.Ш. Кремер. – М.: Юнити, 2007. – 550 с.
10. Лесных Н. Б. Две ошибки проверки гипотезы об отсутствии систематических влияний // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 85–90.
11. Лесных, Н.Б. Некоторые аспекты алгоритма статистического анализа геодезических данных // ГЕО-Сибирь-2009. V Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 20–24 апреля 2009 г.). – Новосибирск: СГГА, 2009. – С. 16–19.
12. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Дисперсионный анализ разностей повторных измерений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. : сб. материалов (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 174–178.
13. Лесных Н. Б., Лесных Г. И., Мизин В. Е. Объекты статистического анализа в нивелирной сети // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. : сб. материалов (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 116–120.

© В. Е. Мизин, 2015

ПРИМЕНЕНИЕ ДВУХСТАДИЙНОГО ЗЕМЛЕУСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИ ОПИСАНИИ ГРАНИЦ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Виктор Анатольевич Калюзин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Фёдор Васильевич Каравайцев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)734-70-70, e-mail: kfv@nso.ru

Наталья Валерьевна Одинцова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)909-86-16, e-mail: 9sgga@mail.ru

Рассмотрен опыт применения двухстадийного землеустроительного проектирования при описании границ муниципальных образований в Новосибирской области и предложена методика моделирования границ муниципальных образований с учетом градостроительной, землеустроительной, кадастровой информации и фактического землепользования в гетерогенном информационно-координатном пространстве.

Ключевые слова: муниципальное образование, картографическое описание, территория, граница, моделирование, исходные границы, эскиз, окончательные границы, методика.

TWO-STAGE LAND MANAGEMENT DESIGN FOR DESCRIBING BOUNDARIES OF NOVOSIBIRSK REGION MUNICIPALITIES

Victor A. Kalyuzhin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., head of the Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Fedor V. Karavaitsev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Post-graduate student, Department of Geomatics and Property & Infrastructure, tel. (913)734-70-70, e-mail: 9sgga@mail.ru

Nataliya V. Odintsova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assistant lecturer, Department of Geomatics and Property & Infrastructure, tel. (913)734-70-70, e-mail: 9sgga@mail.ru

Experience of two-stage land-management design used for describing Novosibirsk region municipalities boundaries is considered. The authors offer the technique for municipalities bounda-

ries modeling (taking into account information on urban development, land management, cadaster and actual land use) in heterogeneous information-coordination space.

Key words: municipality, cartographic description, territory, boundary, modeling, initial boundaries, sketch, final boundaries, techniques

Переход на двухуровневую модель территориальной организации местного самоуправления в России потребовал в первую очередь решить задачу по установлению границ муниципальных образований (МО), так как это взаимосвязано с организационными, финансовыми и компетенционными основами местного самоуправления.

Масштабы проводимой реформы и ограниченные сроки ее реализации обусловили поэтапное решение этой задачи: в начале, выполнить картографическое описание границ МО, а затем осуществить описание и утверждение границ МО в соответствии с требованиями градостроительного и земельного законодательства [4].

Картографическое описание границ МО Новосибирской области, в том числе статус МО, утверждены законами: от 27.12.2002 г. № 90-ОЗ «Об утверждении границ муниципальных образований Новосибирской области» и от 02.06.2004 г. № 200-ОЗ «О статусе и границах муниципальных образований Новосибирской области» (Законы), где описание местоположения границ МО выполнено на картах (схемах) масштаба 1:100 000.

С 2008 года на территории Новосибирской области (НСО) проводятся землеустроительные работы по реализации второго этапа [5, 8, 9]. К полномасштабным работам по реализации этого этапа приступили только с октября 2012 года, после заключения государственного контракта (контракт) между Министерством строительства НСО с Сибирским государственным университетом геосистем и технологий (Университет).

В рамках контракта необходимо было в сжатые сроки (до конца 2013 г.) выполнить описание границ и внести сведения в государственный кадастр недвижимости (ГКН) о 488 -ми границах муниципальных образований, с последующей подготовкой проекта Закона об утверждении этих границ.

Для выполнения данной работы в Университете создали две производственные группы: западная и восточная части территории Новосибирской области. Граница между частями проходила с севера на юг по Колыванскому, Коченевскому и Ордынскому районам Новосибирской области.

Общее количество муниципальных образований в восточной части составило 192, в том числе 11 муниципальных районов и 5 городских округов.

На восточную часть территории НСО кроме картографического описания границ МО использовались следующие материалы и сведения:

- цифровые (векторные и растровые) топографические и сельскохозяйственные карты масштабов: 1:100 000, 1:25 000 и 1:10 000;
- ортофотопланы масштаба 1:2 000 и топографические планы масштабов 1:2 000 и 1:500 (на территории населенных пунктов);

- проекты землеустройства по перераспределению земель сельскохозяйственных предприятий;
- схемы территориального планирования районов;
- сведения из государственного кадастра недвижимости.

Анализ вышеперечисленных материалов показал, что точность карт (схем), в том числе точность картографического описания границ МО находится в интервале $m_k = (105 - 210)_m$.

Дата издания топографических (сельскохозяйственных) карт и планов находится в пределах 2000 – 2010 гг. В отдельных случаях дата корректуры (переиздания) крупномасштабных топографических планов соответствует настоящему времени. Эти материалы и сведения из ГКН были представлены в формате в MapInfo, но в разных местных системах координат районов (МСКР), при этом использовалась условная проекция (План-схема).

Так как в MapInfo перевод из одной системы в другую осуществляется интерактивно, если используются реальная система координат. Поэтому приведение в единое координатное пространство исходных материалов осуществляется путем описания параметров МСКР в prj-файле и замены проекции «План-схема» на соответствующую реальную систему координат в обменном файле (mif) цифровых материалов.

В результате приведения в единое координатное пространство сведений из ГКН обнаружены следующие дефекты:

- многоконтурные земельные участки (единые землепользования), занятые объектами автомобильного, железнодорожного, трубопроводного транспорта; сельскохозяйственные земли, земельных участков лесного фонда, водного фонда преимущественно сформированы и образованы без учета картографического описания границ МО;

- в приграничных зонах кадастровых районов встречаются пересечения уточненных границ земельных участков (кадастровые ошибки).

Очевидно, что эти дефекты в ГКН, не позволят в ряде случаев осуществить моделирование границ МО, исключив пересечение границ земельных участков.

В приказе Минэкономразвития России [15] определено, что границы муниципальных образований не должны пересекать границы земельных участков, установленные в соответствии с Федеральными законами. Однако, ни в Законе «О государственном кадастре недвижимости», ни в Положении об информационном взаимодействии при ведении ГКН (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 18.08.2008 № 618), ни в Порядке ведения ГКН (утвержденного приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 04.02.2010 № 42), нет норм, позволяющих принять решение об отказе во внесении в ГКН сведений о границах муниципальных образований при пересечении границ учтенных земельных участков.

Точность определения координат характерных точек границы МО может быть разнородной, т.е. значение средней квадратической ошибки положения

характерных точек M_t границы МО может находиться в интервале от 0.10 м до 5.0 м [14].

Форма и порядок проведения согласования землеустроительной документации не предусматривает массовые работы в регионе, в том числе создание согласительных комиссий [2, 6, 9, 10, 12 и 13].

В восточной части НСО наблюдается высокий уровень перманентных изменений в ГКН, так как данная территория почти вся входит в зону опережающего развития агломерации НСО.

Все это приводит к затруднениям, а в некоторых случаях и к невозможности описания границ МО.

Для разрешения этой проблемы, реализован следующий подход:

а) определен состав основной и дополнительной картографической (топографической) основы;

б) создана система учета землеустроительных, градостроительных и кадастровых работ;

в) разработан подход моделирования границ МО в гетерогенном информационно-координатном пространстве;

г) усовершенствована организационная схема проведения согласования карты (плана) границ объекта землеустройства.

Рассмотрим более подробно решение вышеуказанных задач.

Так как, средняя квадратическая ошибка определения характерных точек границ МО M_t разнородна и принимая во внимание, что на территории района работ преобладают земли лесного фонда и земли сельскохозяйственного назначения, поэтому в качестве картографической основы для описания границ сельсоветов и районов НСО следует принимать сельскохозяйственные планы масштаба 1:10 000, а для городских округов – имеющиеся крупномасштабные топографические планы масштаба 1:2 000 (1:500). Здесь необходимо отметить, что данные предложения согласуются с теоретико-методическими основами землеустроительного проектирования границ административно-территориальных образований [1].

В состав вспомогательной картографической основы включены цифровые векторные карты масштаба 1:25 000, проекты землеустройства по перераспределению земель сельскохозяйственных предприятий и космические снимки среднего и высокого разрешения. Для применения космических снимков, представляемых такими сервисами, как Google Earth, Google Maps, Bing Maps, «Космоснимки» и др. использованы SAS.Планета.

Система учета землеустроительных и градостроительных и кадастровых работ опиралась на периодические (один раз в 3-4 месяца) запросы в государственный фонд данных и в администрации муниципальных образований.

Актуализация кадастровой информации осуществлялась через систему электронного взаимодействия органов исполнительной власти с Росреестром по НСО.

Из состава работ по подготовке карт (планов) границ объектов землеустройства [13 и 15] следует, что землеустроительные работы по описанию

границ МО по существу являются землеустроительным проектом по установлению границ на местности административно-территориальных образований [1].

Как известно в [1 и 11] проекты по землеустройству разрабатываются в три или в две стадии. На практике наиболее широкое распространение получило двухстадийное проектирование:

- 1) составление предварительного или эскизного варианта;
- 2) составление технического или окончательного проекта.

Применим двухстадийное проектирование с учетом разработанных принципов, требования, критериев и формализацию описания границ [3-5, 7-9] при моделировании границ МО в гетерогенном информационно-координатном пространстве.

Алгоритм моделирования границ МО предлагается разделить на два этапа и в зависимости от состояния границ территории МО и стадий проектирования введем следующие типы контуров: G_k - картографическое описание границ МО на картах (схемах); G_n - начальные (исходные) границы территории МО; G_s - эскиз границ МО; G_o - окончательные границы МО.

На первом этапе, в начале, отображали контур G_k на сельскохозяйственных планах масштаба 1:10 000, при этом учитывались следующие требования:

- 1) семантическое описание начальных границ G_n с учетом принципов картографической генерализации должно быть тождественно картографическому описанию K_{sem} , т.е. $G_{sem} \equiv K_{sem}$;

- 2) топологические отношения проектных границ G_n должны быть тождественны картографическому описанию T_K , т.е. $T_G \equiv T_K$;

- 3) удаление вершин ρ_i контура G_n от соответствующих вершин контура G_k не должно превышать пределы зоны проектирования B , т.е. предельно допустимой ошибки карты (схемы), $\rho_i \leq B = 3 \cdot m_k$, где m_k - средняя квадратическая ошибка карт (схем);

- 4) населенные пункты, включенные в территорию поселения должны располагаться внутри соответствующих границ контура G_n , даже, если это приводит к нарушению 3 – го ограничения.

Затем, на основании копии G_n , формировали эскиз границ МО G_s путем совмещения частей границ этого контура с утвержденными и установленными соответствию с земельным законодательством границами земельных участков и объектов землеустройства. Кроме границ зон с особыми условиями использования территорий, многоконтурных земельных участков и земельных участков, по границам которых выявлены кадастровые ошибки (КО).

Кроме этого эскиз границ МО G_s совмещали с уточняемыми смежными границами МО, естественными и искусственными рубежами. Если это не противоречило K_{sem} и T_K , при этом учитывали следующее:

- 1) $[M_{t,i}^2] = \min$, где $0,10 \text{ м} \leq M_{ti} \leq 5,00 \text{ м}$; M_{ti} – средняя квадратическая ошибка положения характерной точки границы МО (вершины контура границы территории МО);

2) разность площади ΔP начального контура границ территории МО и эскизного по модулю не должна превышать 10 % от предельно допустимого значения, т. е. $|P_0 - P_3| \leq 0,1 \cdot \Delta P$; где $\Delta P = 0,035 \cdot m_k \cdot \sqrt{P_0}$; P_0 - площадь территории МО в начальном состоянии контура границы G_n , га; P_3 - площадь территории МО в пределах эскизных границ G_3 , га.

Для моделирования частей границ МО в местах пересечения границ смежных земельных участков, в начале, сопоставляли расстояния между соответствующими характерными точкам границ земельных участков f_s с трехкратной ошибкой M_t :

$$1) f_s \leq 3 \cdot M_t; \quad (1)$$

$$2) f_s > v \gg 3 \cdot M_t; \quad (2)$$

где $f_s = \sqrt{(x_{1,i} - x_{2,i})^2 + (y_{1,i} - y_{2,i})^2}$; $x_{1,i}, x_{2,i}, y_{1,i}, y_{2,i}$ - координаты характерной i -ой точки в смежных границах соответственно первого и второго земельного участка.

Если выполнялось первое неравенство (1) и точность определения положения характерных точек ЗУ была равна, тогда контур G_3 совмещали с частью границы ЗУ, где значение площади меньше, в противном случае - с частью границы ЗУ, где характерные точки определены с более высокой точностью [10].

Если между смежными земельными участками выполнялось второе условие (2), тогда придерживались следующих правил:

- если уклонение фактических границ ЗУ от сведений в ГКН $\Delta R_i \leq 3 \cdot M_{ti}$ и форма и площадь земельного участка P_3 в ГКН соответствовала распорядительному документу P_{pd} , т.е. $|P_{pd} - P_3| \leq пред. доп. \Delta P$, тогда эскиз границ МО G_3 совмещался с частью границы этого земельного участка;

- если уклонение фактических границ ЗУ от сведений в ГКН $\Delta R_i \leq 3 \cdot M_{ti} \vee \Delta R_i > 3 \cdot M_{ti}$, но форма и/или площадь земельного участка P_3 в ГКН не соответствовали распорядительному документу P_{pd} , т. е. $|P_{pd} - P_3| > пред. доп. \Delta P$, эскиз границ МО G_3 совмещался с частью границы другого смежного земельного участка;

- если уклонение фактических границ ЗУ от сведений в ГКН $\Delta R_i > v \gg 3 \cdot M_{ti}$ и форма и площадь земельного участка P_3 в ГКН соответствовали распорядительному документу P_{pd} , тогда эскиз границ МО G_3 совмещался с частью границы другого смежного земельного участка.

Для определения f_s и ΔR_i применялся картометрический метод или метод спутниковых геодезических измерений (в режиме РТК).

Из 11 муниципальных районов в трех (Новосибирском, Ордынском и Коченевском) применялся первый метод, а в остальных – картометрический.

Методом спутниковых геодезических измерений определены границы земельных участков общей протяженностью более 100 км.

При применении картометрического метода высокую эффективность показали использование проектов землеустройства по перераспределению земель сельскохозяйственных предприятий в сочетании с крупномасштабными планами и космическими снимками высокого разрешения.

На втором этапе выполнены уточнения эскизных границ МО по вершинам V , совмещенные с естественными и искусственными рубежами, в том числе по вершинам, которые не имели привязки к местным объектам по формулам,

$$\begin{aligned}\tilde{x}_{i,j+1} &= \tilde{x}_{i,j} - \frac{\sum_{i=1}^N (x_i^H - \tilde{x}_{i,j})}{V}; \\ \tilde{y}_{i,j+1} &= \tilde{y}_{i,j} - \frac{\sum_{i=1}^N (y_i^H - \tilde{y}_{i,j})}{V};\end{aligned}\tag{3}$$

где x_i^H, y_i^H - координаты вершин контура G_H ; $\tilde{x}_{i,j}, \tilde{y}_{i,j}$ - координаты i -ой вершины контура окончательных границ МО G_O в j -ой итерации.

Значения окончательных координат i -ой вершины в $j+1$ итерации $\tilde{x}_{i,j+1}, \tilde{y}_{i,j+1}$ не должны приводить к выходу этих вершин за пределы зоны проектирования B . Если данное условие выполняется, тогда переходили к следующей вершине по порядку. В противном случае, значения координат этой вершины не изменялись. И в дальнейшем данная вершина исключалась из процесса уточнения, т.е. $V=V-1$.

После вычисления окончательных координат для всех из V вершин по формуле (3), переходили к проверке точности моделирования окончательного контура границы МО G_O ,

$$|P_H - \tilde{P}_O| \leq \varepsilon,\tag{4}$$

где \tilde{P}_O - площадь территории муниципального образования в пределах текущего контура G_O ; ε - точность уточнения, для сельсоветов составляет 0,01 га, а для городских округов – (1 ÷ 10) кв.м.

Если ошибка моделирования контура границ МО G_O превышала ε , тогда повторялись вышеописанные действия до выполнения неравенства (4).

По завершении моделирования окончательных границ МО G_O готовили планы границ МО по районам для проведения предварительного согласования. Если в процессе этого согласования поступали предложения, которые соответствовали проектной зоне B , то они представлялись в виде частей контур G_j , как совмещенные с границами земельных участков.

В дальнейшем повторялась процедура моделирования окончательного контура границ МО G_O .

Далее, на уровне района проводилось общее совещание глав муниципальных образований, где сообщалось о результатах предварительного согласования, в том числе о предложениях, которые приводят к выходу частей границ МО из

проектной зоны **В**. Если на совещании не удавалось разрешить эти вопросы, то создавалась согласительная комиссия, на которой рассматривались альтернативные варианты прохождения границ МО. По завершении работы согласительной комиссии подготавливался окончательный вариант соответствующих уточненных границ МО, которые направлялись главам администраций района.

Результат согласования границ МО представлялся в форме совместного письма, где согласовались как границы района, сельсоветов, так и смежные границы МО. Форма совместного письма была разработана Ветошкиным Д.Н. (директором института кадастра и природопользования Университета) и Зайцевой Н.В. (начальником отдела Росреестра по Новосибирской области).

Разработанная схема организации проведения согласования границ МО и внедрения согласительных комиссий позволили нам в кратчайшие сроки провести все процедуры и своевременно подготовить землеустроительные дела.

Из-за перманентных изменений в ГКН при проверке материалов Кадастровой палатой выявлено пересечение границ муниципального образования г. Новосибирска с границами земельных участков, что привело к изменению площади территории МО на 2,5 % от предельно допустимого значения.

В связи с этим, были дополнительно проведены землеустроительные работы по изменению границ г.Новосибирска с сохранением баланса земель и девяти смежных МО Новосибирского района. Площадь последних изменилась в пределах 0,4 % от предельно допустимого значения.

Итак, в результате описания границ МО в восточной части НСО точность определения характерных точек границ в среднем составило: для районов и сельсоветов – 2,5 м, а для городских округов - 1,0 м.

Таким образом, проецирование двухстадийного землеустроительного проектирования на процесс моделирования границ МО в гетерогенном информационно-координатном пространстве позволило не только привести их в соответствие с градостроительным и земельным законодательством, но и повысить точность описания местоположения границ МО в Новосибирской области на два порядка по отношению с картографическим описанием на картах (схемах).

Для повышения оперативности и эффективности управления земельными ресурсами территорий муниципальных образований в Новосибирской области необходимо осуществить поиск оптимальных подходов для исправления дефектов в кадастровых сведениях.

Кроме того, необходимо разработать теоретико-методологическую основу землеустроительного проектирования при изменении и уточнении границ муниципальных образований и населенных пунктов в гетерогенном информационно-координатном пространстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Волков, С.Н. Землеустроительное проектирование [Текст] / С.Н. Волков, В.П. Троицкий, Н.Г. Конокотин и др.; Под реж. С.Н.Волкова. – М.: Колос, 1997. -608 с.
2. Голякова Ю. Е. Становление и развитие системы кадастрового учета и охраны объектов историко-культурного наследия в России // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 69–79.

3. Калюжин, В.А. Дубровский А.В., Каравайцев Ф.В. Формализация уточнения границ муниципальных образований [Текст] / А.В. Дубровский, Ф.В. Каравайцев // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 179–181.
4. Калюжин, В.А., Каравайцев Ф.В. О подходе уточнения границ муниципальных образований и населенных пунктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gisa.ru/81104.html/>.
5. Калюжин, В.А. Новоселов Ю.А., Каравайцев Ф.В. Опыт уточнения границ [Текст] / Ю.А. Новоселов, Ф.В. Каравайцев // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2013. – № 4/С. – С. 181–184.
6. Об опыте внесения в государственный кадастр недвижимости территорий зон охраны объектов культурного наследия, расположенных на территории города Новосибирска / В. А. Калюжин, Н. В. Одинцова, А. Р. Бессильных, Ю. В. Альвинский // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 168–173.
7. Калюжин В. А., Одинцова Н. В., Каравайцев Ф. В. Подход формализации уточнения границ муниципальных образований // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 141–144.
8. Калюжин В. А., Одинцова Н. В. Опыт внесения в государственный кадастр недвижимости зон с особыми условиями использования территории // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 82–87.
9. Калюжин В. А., Одинцова Н. В., Рожкова Г. Э. Об опыте уточнения границ города Новосибирска // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 156–161.
10. Карпик А. П., Ветошкин Д. Н., Архипенко О. П. Совершенствование модели ведения государственного кадастра недвижимости в России // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 53–59.
11. Маслов, А.В., Юнусов, А.Г., Горохов, Г.И. Геодезические работы при землеустройстве [Текст]. Учеб. пособие для вузов.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990.-215 с.
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.07.2002 г. № 514 «Об утверждении Положения о согласовании и утверждении землеустроительной документации, создании и ведении государственного фонда данных, полученных в результате проведения землеустройства» [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/>
13. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.07.2009 г. № 621 «Об утверждении формы карты(плана) объекта землеустройства и требований к ее составлению» [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/>.
14. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) от 17 августа 2012 г. N 518 г. Москва "О требованиях к точности и методам определения координат характерных точек границ земельного участка, а также контура здания, сооружения или объекта незавершенного строительства на земельном участке" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/>.
15. Приказ Минэкономразвития России от 3 июня 2011 г. N 267 г. Москва "Об утверждении порядка описания местоположения границ объектов землеустройства" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rosreestr.ru/>.

© В. А. Калюжин, Ф. В. Каравайцев, Н. В. Одинцова, 2015

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ УЧАСТКА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ В ЗАДАЧАХ ПРИКЛАДНОЙ ГЕОИНФОРМАТИКИ

Игорь Георгиевич Вовк

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, (383)351-61-19

В статье обсуждается решение задачи вычисления площади участка физической поверхности Земли методом последовательных приближений. Приведены результаты вычислительного эксперимента, которые показали, что относительная погрешность вычисления площади по предлагаемой методике не превышает 0.001.

Ключевые слова: площадь участка физической поверхности Земли, вычислительный эксперимент, относительная погрешность.

CALCULATING THE AREA OF SOME EARTH'S PHYSICAL SURFACE PART IN APPLIED GEOINFORMATICS TASKS

Igor G. Vovk

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Chair of Applied Information Science and Information Systems, Doctor of Sciences, prof., tel. (383)343-18-53, (383)351-61-19

This article offers a detailed study of the way to solve the tasks of calculating the area of some part of the Earth's physical surface using the progressive approximations method. Here are given the results of our calculation experiment which have demonstrated that relative area calculation deviation cannot exceed 0.001 in the case when the offered calculation method is followed.

Key words: the area of some part of the Earth's physical surface, calculation experiment, relative calculation deviation.

Задача вычисления площади поверхности земельных участков возникла довольно давно. Её решение необходимо в геодезии [1, 2, 3], геодинاميке [4, 5], геоинформатике [6, 7, 8], экономике [9, 10], геологии и геофизике [11, 12], и других областях человеческой деятельности.

Площадь – это одна из численных характеристик поверхностей [13, 14], ограничивающих системы естественного и искусственного происхождения. Интуитивно, для определения площади «кривую» поверхность моделируют поверхностью вписанного многогранника, и площадь исходной поверхности определяют, как предел площади этой многогранной поверхности при условии, что размеры всех граней многогранника стремятся к нулю. Однако в конце 19 столетия Шварц показал, что такой предел не существует даже для поверхности прямого кругового цилиндра [15].

Для вычисления площади измеряемая поверхность должна быть правильно параметризованной [16]. Поверхность называется параметризованной, если ра-

диус вектор \bar{r} её текущей точки M определён как непрерывная функция двух параметров u, v , изменяющихся в некоторой области (σ^*)

$$\bar{r} = \bar{r}(u, v), (u, v) \in (\sigma^*) \quad (1)$$

При этом предполагается, что в каждой точке области (σ^*) частные производные \bar{r}_u, \bar{r}_v непрерывны и неколлинеарные, т. е.

$$\bar{r}_u \times \bar{r}_v \neq 0 \quad (2)$$

Уравнение (1) называется векторно-параметрическим уравнением поверхности. Если такое уравнение задано, то соответствующая ему поверхность определена и может быть построена по точкам (рис. 1).

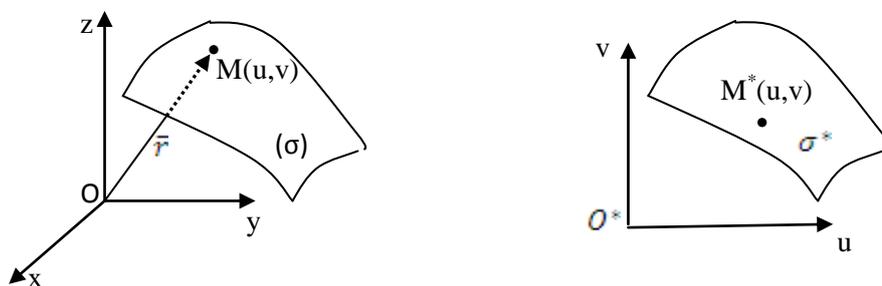


Рис. 1. Параметризованная поверхность

Каждую пару значений параметров u, v рассматривают как пару декартовых координат на вспомогательной плоскости O^*uv , которая называется плоскостью параметров или фазовой плоскостью. Если между точками поверхности (σ) и точками области (σ^*) установлено взаимно однозначное соответствие, то параметризацию называют правильной.

Площадь S участка правильно параметризованной поверхности вычисляется по формуле [15, 16]

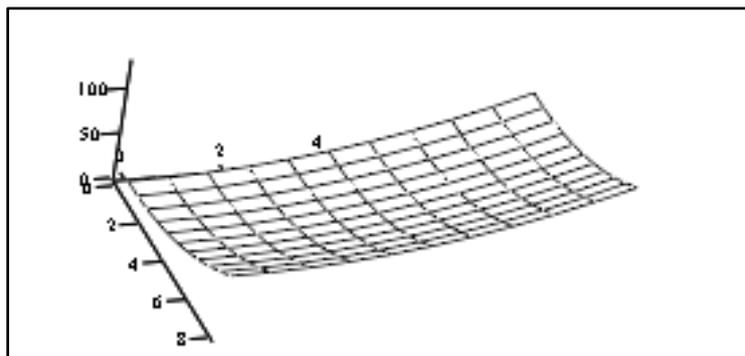
$$S = \iint_{\sigma^*} |\bar{r}_u \times \bar{r}_v| \, dudv \quad (3)$$

На практике имеется необходимость вычислять площадь поверхности, аналитическое представление которой неизвестно, но заведомо известно, что в измеряемой области эта поверхность кусочно-непрерывна, имеет непрерывные производные \bar{r}_u и \bar{r}_v и границу, составленную из отрезков непрерывных кривых.

Вычисление площади таких поверхностей осуществляют методом последовательных приближений, следующим образом [13,16]. Поверхность разбива-

ют на части (порции); в каждой части выбирают точку, в которой существует касательная плоскость и ортогонально проецируют рассматриваемую порцию на касательную плоскость поверхности в выбранной точке. Площади полученных плоских проекций суммируют. Полученная сумма приблизительно равна площади исследуемой поверхности. Выполняя описанную процедуру для порций поверхности, размеры которых последовательно уменьшаются, получим числовую последовательность, составленную из приближённых оценок искомой площади. Предел этой последовательности при неограниченном уменьшении размеров порций поверхности рассматриваемого класса всегда существует и равен площади поверхности [13]. Изложенная процедура описывает вычислительный алгоритм определения площади поверхности.

В прикладной геоинформатике при решении различных задач [2, 3, 6, 8]. существует практическая потребность вычисления площади поверхностей указанного класса. Применим для этого изложенный вычислительный алгоритм. Разделим измеряемую поверхность на неперекрывающиеся части (порции) заданной формы. Наиболее просто эта задача решается, когда границами порций поверхности служат параметрические линии (рис. 1).



г

Рис. 1. Разбиение поверхности на порции системой параметрических линий

В качестве примера рассмотрим поверхность, заданную непрерывной функцией

$$z = u^2 + v^2 \quad (4)$$

Площадь участка этой поверхности, вычисленная по результатам аналитического интегрирования равна $S = 786.96$ условных единиц. Результаты вычислений площади этого же участка поверхности (1) по изложенному вычислительному алгоритму приведём в графическом виде на рис. 2.

На рис. 2 горизонтальная точечная линия соответствует значению площади $S = 786.96$, вычисленной интегрированием, кривая линия представляет график

последовательности приближённых значений измеряемой площади. Относительная погрешность оценки площади не превысила 0.001. Полученные результаты свидетельствуют о хорошем совпадении значений площади участка заданной поверхности, вычисленных аналитическим интегрированием, и по изложенной методике.

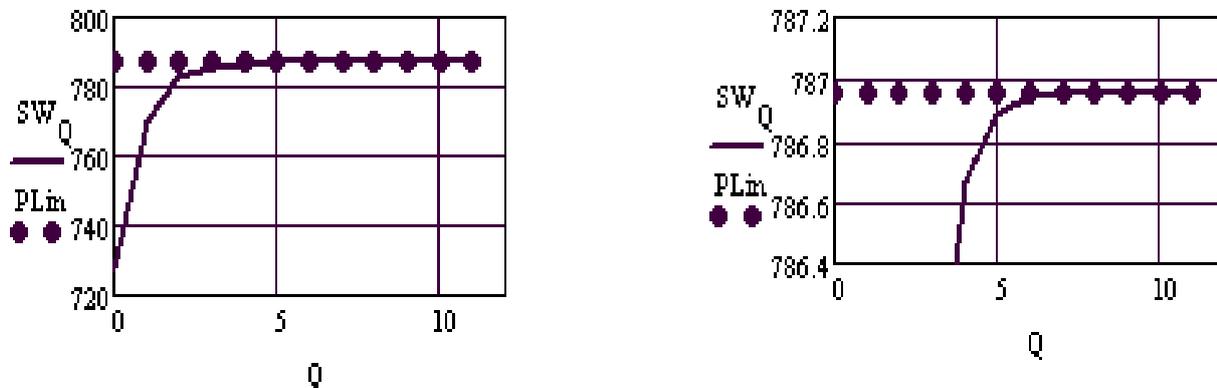


Рис. 2. Результаты вычисления площади заданного участка поверхности

Поверхности, площади которых требуется вычислять на практике, не имеют аналитического описания и определяются либо графически линиями равных высот (топографические карты), либо множеством точек с известными координатами (результаты аэрокосмических съёмки или лазерного сканирования). Вычислить площади таких поверхностей аналитически не представляется возможным. Однако применить изложенную методику для вычисления площади таких поверхностей, возможно. В качестве примера рассмотрим поверхность, заданную графически линиями равных высот (рис. 3).



Рис. 3. Геометрическая модель поверхности, заданной линиями равных высот

Результаты вычислений площади этой поверхности по рассматриваемой методике в графическом виде приведены на рис. 4.

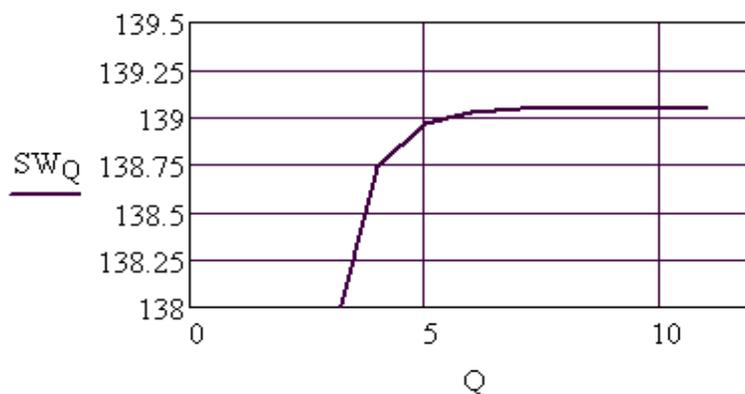


Рис. 4. Результаты вычисления площадь поверхности, изображённой на рис. 3

Приведённые результаты свидетельствуют, что числовая последовательность, составленная из приближённых оценок искомой площади, довольно быстро сходится. Уже после 6 -7 итерации изменения её значений достаточно малы. Это позволяет с достаточной для практики уверенностью оценить значение искомой площади.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Обиденко В. И. Совершенствование системы обеспечения территорий пространственными данными // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 8–15.
2. Обиденко В. И. Разработка и исследование специализированной программы для определения метрических параметров территории Российской Федерации // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 18–29.
3. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–13.
4. Акимов В. А., Воробьёв Ю. Л., Фалеев М. И. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера. Москва: Высшая школа, 2006. стр. 592. ISBN 5-06-004895-0.
5. Ярославцева Т. В., Рапуга В. Ф. Моделирование продуктов вулканического извержения // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 89–95.
6. Вовк И. Г. Определение геометрических инвариантов поверхности в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 59–69.
7. Вовк И. Г. Моделирование формы и оценка размеров систем в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 2 (22). – С. 115–124.
8. Вовк И. Г. Математическое моделирование в прикладной геоинформатике // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 94–103.
9. Голиков А. Ю. Теория притяжения супермаркета // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 1 (25). – С. 114–125.
10. Сульгина Ю. Л. О возможности построения геоинформационной системы торговой сети поселения // Вестник СГГА. – 2014. – Вып. 2 (26). – С. 94–106.
11. Бровар В.В., Магницкий В. А., Шимбирёв Б. П. Теория фигуры Земли. Москва : Геодиздат, 1961. стр. 256.

12. Гравиразведка. Справочник геофизика. Москва : Недра, 1981. стр. 397.
13. Виноградов, И.Н., [ред.]. Математическая энциклопедия. Москва : Советская энциклопедия, 1977. Т. 4.
14. Прохоров, М. Ф., [ред.]. Советский энциклопедический словарь. Москва : Сов. энциклопедия, 1989. стр. 1632. Т. 1. ISB N 5-85270-001=0.
15. И., Фихтенгольц Г. Основы математического анализа. 3. Москва : Государственное издательство физико-математической литературы, 1960. стр. 465. Т. 2.
16. Лаптев, Г. Ф. Элементы векторного исчисления. Москва : Наука, 1975. стр. 336.
17. Фокс А., Пратт М. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве. Москва : "Мир", 1982. стр. 304.

© *И. Г. Вовк, 2015*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЯ

Любовь Александровна Максименко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, e-mail: maksimenko_la@mail.ru

Рассматриваются вопросы организации наблюдений за техническим состоянием зданий в эксплуатационный период. Показано, что геодезическое обеспечение является составной частью работ при техническом обследовании зданий и сооружений.

Ключевые слова: здания, техническое состояние, обследование, осадка здания, инструментальный мониторинг, геодезическое обеспечение работ.

CURRENT TECHNIQUES FOR BUILDING TECHNICAL STATE MONITORING

Lyubov A. Maksimenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, e-mail: maksimenko_la@mail.ru

Problems of building technical state monitoring in operating period are considered. Geodetic support is presented as a component of works on maintenance control of buildings and structures.

Key words: buildings, technical state, examination, building settlement, instrumental monitoring, geodetic support of works.

Современное строительство и техническая эксплуатация зданий должны обеспечивать и решать вопросы безопасности жизнедеятельности человека. Появление новых задач в связи с инновационными процессами в технологии строительства, внедрение малоизученных материалов, строительство зданий в условиях плотной городской застройки в короткие сроки, ветровые нагрузки, растущие с каждым годом, вес и скорость движения транспорта, вибрации от транспортных потоков, изменения в грунтах оказывают отрицательное воздействие на состояние строительных конструкций и всего здания в целом. В достаточной степени негативную реакцию на эти факторы можно уменьшить, предупредив последствия их воздействия. Существенным моментом в повышении эффективности технического обслуживания и ремонта зданий является перевод их на проектную основу. Проектирование, возведение и эксплуатацию каждого здания объединяет применение единых параметров эксплуатационных качеств. При проектировании здания эксплуатационные качества определяются выбором материалов, расчетом конструкций, объемно-планировочным решением, инженерным оборудованием в соответствии с назначением здания.

Одним из инструментов, направленных на поддержание требуемых уровней надежности и функциональности сооружения, является инструментальный

мониторинг. Мониторинг - это процесс непрерывного контроля текущего состояния объекта с накоплением информации и оценкой полученной информации с целью идентификации текущего состояния объекта, контроль изменения этого состояния во времени и взаимодействия объектов с природными и техногенными воздействиями на них. Система мониторинга инженерных конструкций - это система датчиков, распределенных по сооружению, информация от которых постоянно сводится в центр приема. После чего эта информация выводится в удобном для восприятия виде и сохраняется. Техническая база систем мониторинга - это оборудование, выпускаемое ведущими компаниями - общепризнанными мировыми лидерами в производстве средств контроля и измерений, а также средств вычислительной техники и электроники. Система инструментального мониторинга инженерных конструкций состоит из датчиков и автономных блоков сбора данных, которые устанавливаются на объекте или контрольной станции. Датчики соединяются с блоками сбора данных при помощи проводной или беспроводной системы передачи [3], [4]. Контрольная станция применяется для сбора информации, поступающей от блоков сбора информации, записи результатов на стационарный и съемный носители. Применяемая номенклатура и количество датчиков определяется проектом и может меняться. Номенклатура современных применяемых датчиков:

- климатические датчики: силы и направления ветра, температуры и влажности.
- тензометрические датчики деформации (напряжения).
- акселерометры – датчики ускорений и вибрации.
- инклинометры – датчики наклона.
- датчики перемещения – механические, лазерные или GPS.

Построение системы инструментального мониторинга должно предваряться проектированием.

Наблюдения за осадками жилых зданий в эксплуатационный период необходимы для своевременного выявления и прекращения развития вертикальных деформаций здания, вызванных различными причинами. Визуальные наблюдения заключаются в периодическом осмотре здания, проводятся минимум два раза в год в начале и завершении отопительного сезона. Геодезические наблюдения проводят специализированные организации и состоят в периодическом измерении высотных положений нивелировочных марок по отношению реперов и в сопоставлении результатов измерений, проводимых в различные периоды времени.

Обоснованием для проведения геодезического мониторинга, т.е. наблюдения за осадками зданий высокоточным нивелированием, являются нормативные документы. Тем не менее, решение задач на каждом этапе взаимосвязано - как запроектировано и построено здание, таковы условия и проблемы его эксплуатации.

Так, например, согласно действующим нормативным документам [2] в состав геодезических работ, выполняемых на строительной площадке, входят

геодезические измерения деформаций оснований, конструкций зданий и их частей, если это предусмотрено проектной документацией, установлено авторским надзором или органами государственного надзора. Методы и требования к точности геодезических измерений деформаций оснований зданий принимаются по ГОСТ 24846-84. Создание геодезической разбивочной основы для строительства и геодезические измерения деформаций оснований, конструкций зданий и их частей в процессе строительства являются обязанностью заказчика. Производство геодезических работ, в процессе строительства, геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и исполнительные съемки входят в обязанности подрядчика. Такие исследования выполняются по специальному техническому заданию, которое составляется проектной организацией исходя из особенностей конструкций здания. Измерения деформаций оснований фундаментов строящихся зданий и сооружений проводятся в течение всего периода строительства и в период эксплуатации до достижения условной стабилизации деформаций, устанавливаемой проектной или эксплуатирующей организацией. Измерения деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации проводят в случае появления недопустимых трещин, раскрытия швов, а также резкого изменения условий работы здания или сооружения. По ГОСТ 24846-84 погрешность измерений не должна превышать 2 мм, что соответствует второму классу точности измерений.

В качестве геодезических знаков, применяемых для измерения осадок и деформаций сооружений методом нивелирования, служат марки и репера. Для обеспечения точности измерений вертикальных деформация в эксплуатационный период здания должны быть установлены три глубинных репера, которые размещают вне зоны распространения давления от здания или сооружения. Репер - геодезический знак, высотное положение которого является практически неизменным на протяжении всего времени измерения осадок.

Деформационные марки, для определения вертикальных перемещений, устанавливаются в нижней части несущих конструкций. Марки располагают по всему периметру здания, внутри его, в том числе на углах, на стыках строительных блоков, по обе стороны осадочного или температурного шва, в местах примыкания продольных и поперечных стен, на поперечных стенах в местах пересечения их с продольной осью, на несущих колоннах, вокруг зон с большими динамическими нагрузками. Марка — геодезический знак, неподвижно закрепленный на конструкции здания, который меняет свое высотное положение вследствие осадки фундамента. Точки наблюдения (осадочные марки) закладываются в процессе строительства. Способы установки осадочных марок различны. В кирпичной кладке выбивается гнездо на глубину до 150 мм, которое заполняется цементным раствором, в раствор втапливается стальной уголок ребром вверх. На стальных колоннах уголок приваривается к стволу колонны. На железобетонных колоннах вскрывается рабочая арматура и к ней приваривается уголок. На сваи устанавливается стальной анкер с приваренной к нему реперной головкой, для постановки на нее пяты нивелирной рейки. В

качестве осадочных марок, устанавливаемых в эксплуатационный период (как один из вариантов) могут быть использованы стальные дюбели.

В производственных фирмах [1] накоплен достаточно большой опыт измерения осадок строящихся и существующих зданий, разработаны методики размещения марок, производства геодезических работ и обработки полученных результатов измерений.

Характерные примеры графиков наблюдения за осадками зданий приведены на рис. 1.

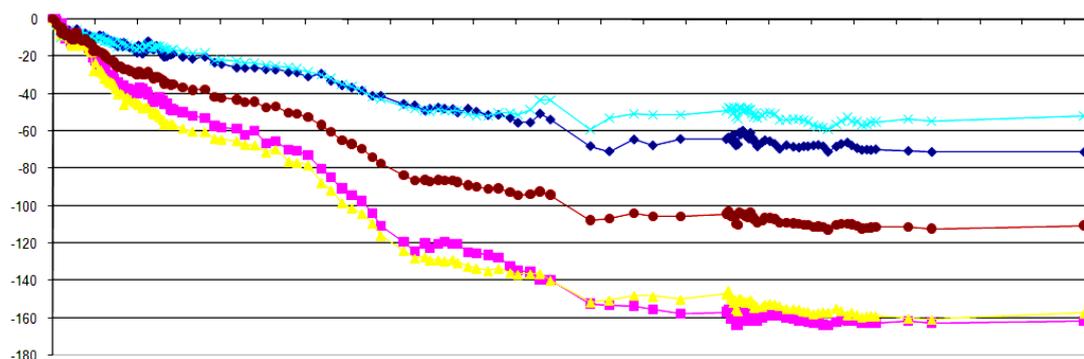


Рис. 1. Графики изменения осадки здания за наблюдаемый период

По результатам наблюдений определяется средняя осадка и скорость ее развития, находятся деформации фундаментов в виде их прогибов и кренов по значениям осадки конкретных марок. Оценивают совместную пространственную жесткость о снования и фундамента по параметру в виде отношения максимальной неравномерности осадки к ее среднему значению. В качестве оценочных параметров можно использовать коэффициент вариации, отражающий соотношение между неравномерностью осадки и ее средним значением. Значения этих коэффициентов возрастают по мере увеличения трещин и других параметров оцениваемых эксплуатационных факторов. Значения коэффициентов вариации, вычисленные по осадкам характерных марок, более четко отражают уровень аварийного состояния здания.

Данные о результатах инструментальных наблюдений за осадками необходимы не только в период строительства, эксплуатации или переустройства зданий. Такие сведения нужны при оценке их технического состояния. Кроме существенного повышения безопасности объектов создание комплексной системы мониторинга позволяет принести реальный экономический эффект.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максименко Л.А., Лубягин А.В. Геодезический мониторинг строительных объектов г. Новосибирска // ГЕО-Сибирь-2007. III Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 25–27 апреля 2007 г.). – Новосибирск: СГГА, 2007.
2. СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве.

3. ГОСТ Р53778-2010 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

4. Требования к техническим средствам и системам комплексного обеспечения безопасности, автоматизации и связи многофункциональных высотных зданий и комплексов. Пособие для специалистов проектных и монтажных организаций, заказчиков, страховых компаний, инвесторов и контролирующих органов. – М. 2005 г.

5. Максименко Л. А. Наблюдения за осадками зданий в эксплуатационный период // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4.

© Л. А. Максименко, 2015

ПРОЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ СИБИРИ, ОПРЕДЕЛЕННЫЕ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ И ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Вячеслав Георгиевич Колмогоров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

Виктор Анатольевич Калюзин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Владимир Иванович Дударев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)901-05-02, e-mail: leo@mail.ru

Наталья Валерьевна Одинцова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)909-86-16, e-mail: Natasha_7.7.7@mail.ru

Рассматривается вопрос постановки регулярных исследований по проблеме «Современные движения земной коры» сибирских регионов.

Ключевые слова: геодинамика, современные движения земной коры.

CURRENT GEODYNAMICS OF SIBERIA DETERMINED BY GEODETIC AND GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL DATA

Vyacheslav G. Kolmogorov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

Victor A. Kalyuzhin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., head of the Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Vladimir I. Dudarev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (913)901-05-02, leo@mail.ru

Natalia V. Odintsova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., assistant lecturer, Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (952)909-86-16, e-mail: Natasha_7.7.7@mail.ru

The problem of regular research on “Current Earth's crust movements” of Siberian regions is considered.

Key words: geodynamics, current Earth's crust movements.

Научный интерес специалистов различных отраслей наук о Земле к исследованиям современных геодинамических процессов резко возрос в 60–80 гг. прошлого столетия в связи с широким использованием их результатов при решении крупных практических проблем: мониторинг подготовки сейсмических и вулканических событий, прогноз и добыча минеральных ресурсов земной коры, взаимодействие человека с окружающей средой. В этом и заключается теоретическая и практическая значимость проблемы современных геодинамических процессов [1-12].

В виду многогранности проявлений современной геодинамики на земной поверхности в основу исследований заложено комплексирование результатов различных дополняющих друг друга методов ее изучения – геодезического, геофизического, сейсмологического, геолого-геоморфологического и других. При таком подходе раскрываются широкие возможности геодезического метода при выполнении обобщений результатов исследований по геодинамике крупных территорий.

Регулярные исследования по проблеме «Современные движения земной коры» в Сибири начаты Институтом геологии и геофизики СО АН СССР под руководством чл.-кор. АН СССР Э.Э. Фотиади и д-ра геолого-минералогических наук Г.И. Каратаева в середине 60-х годов прошлого столетия с создания Байкальского геодинамического полигона [13]. Изучение современных вертикальных движений земной коры (СВДЗК) велось по двум направлениям:

– сбор и анализ геодезических данных с целью построения научных основ прогноза землетрясений;

– выявление закономерностей распределения «вековых», медленных, региональных вертикальных движений земной коры крупных регионов.

В обоих направлениях выявляется корреляционная зависимость между положением разрывных нарушений и их геодинамическими параметрами.

Пространственно-временные закономерности деформирования земной поверхности на геодинамических полигонах. В свете современных представлений причины землетрясений кроются в деформационных процессах, происходящих в верхних слоях земной коры [14, 15]. В 1910 г. Г.Ф. Рейд [16] первым предложил использовать геодезические измерения СВДЗК для обнаружения очагов готовящихся землетрясений. Он обоснованно заключил, что наблюдаемые смещения геодезических пунктов есть не что иное, как проявление разряженных упругих деформаций, которые длительное время накапливались в локальном объеме горных пород в процессе подготовки землетрясения. Аномальные отклонения геодезических данных от их фоновых характеристик являются первичными предвестниками готовящегося землетрясения и служат основой геодинамического метода его прогноза. Стратегия геодезического изучения прояв-

лений землетрясений определяется накопленными фактами регистрации предшествующих, сопутствующих и последующих смещений участков земной коры, связанных с землетрясениями. К настоящему времени выявлены примерные соотношения между радиусом зоны сопутствующих и предшествующих деформаций и магнитудой землетрясения, а также временем проявления аномальных смещений, предшествующих землетрясениям, и магнитудой землетрясений [17].

Для выявления пространственно-временных связей вертикальных смещений земной поверхности и проявлением землетрясений в Байкальской рифтовой зоне (БРЗ) проведено систематическое повторное нивелирование следующих линий: Ангинской (протяженность около 80 км, работа выполнялась в 1967, 1971, 1972, 1978 гг.), Селенгинской (протяженность 36 км, ежегодное нивелирование производилось в периоды 1966–1970 гг. и 1972–1977 гг.), Гремячей, пересекающей одну из кулис Баргузинского разлома (протяженность 6 км, семикратное нивелирование выполнено в период 1973–1977 гг.). Для изучения геодинамической обстановки в районе строящегося Северо-Муйского тоннеля использовалась линия 2 класса ГУГК (протяженность 20 км, шестикратное нивелирование выполнено в период 1974–1981 гг.) [13, 18 – 23].

С 1989 г. по 1994 г. производились геодезические работы на Таштагольском геодинамическом полигоне, созданном с целью изучения связей СВДЗК с сейсмичностью, вызванной техногенными причинами [24]. Здесь нивелирная сеть представляет собой пять замкнутых полигонов, в которых измерения выполнены нивелиром Konі-007 по программе второго класса повышенной точности со средней квадратической ошибкой от 0,35 до 0,5 мм на 1 км двойного хода. Средняя квадратическая ошибка единицы веса, полученная из уравнивания сети, составляет величину от 0,08 до 0,10 мм. Значимость разностей превышений, полученных в разные эпохи наблюдений, оценивалась как по разностям двойных измерений, так и по критериям Стьюдента и Кохрана.

Применение статистических методов оценки точности выполненных в разные эпохи измерений и значимости полученных разностей превышений позволило установить, что изменения высот нивелирных знаков существенно превосходят ошибки нивелирования и не могут быть объяснены только влиянием внешних факторов.

Геологическая интерпретация геодезических измерений. Комплексный анализ результатов десятикратного нивелирования Селенгинской линии позволил подтвердить продолжающееся активное развитие Усть-Селенгинской депрессии, максимальное прогибание испытывает Кудринская степь. Выделено четыре блока, различно изменяющих высоту точек земной поверхности. Максимальная амплитуда вертикальных смещений (до 10 мм) и смена знака их движений зарегистрированы в 1970–1972 гг., когда отмечалось повышение сейсмической активности и произошло два землетрясения 14 и 12 классов в радиусе 100 и 30 км. Амплитуды изменения угла наклона земной поверхности в эпоху 1968–1977 гг. на некоторых участках достигает значений от 10" до 30", до-

минирующим направлением изменения угла наклона земной поверхности является ЮЗ – СВ.

При семикратном нивелировании Гремячей линии, пересекающей Улюнскую кулису Баргузинского разлома, особенно отчетливо зарегистрированы предшествующие землетрясению, сопутствующие ему и последующие смещения земной поверхности с амплитудой до 12 мм. Предполагается, что нарушение однородности деформирования земной поверхности обусловлены землетрясениями 12 класса, случившимися 14 октября 1973 г. и 21 августа 1974 г. на расстоянии 40 – 50 км от линии нивелирования [25].

Сравнение результатов выполненных в 1974–1981 гг. повторных нивелировок линии, пересекающей Северо-Муйский хребет, выявило высокую интенсивность и дифференцированность СВДЗК в районе строящегося тоннеля. Здесь отчетливо проявляется колебательный характер вертикальных смещений реперов с периодом около трех лет и с максимальными амплитудами свыше 40 мм. Восточный портал тоннеля поднимается со средней скоростью 5 мм/год, а Западный – опускается со средней скоростью 2 мм/год. Основное направление изменения наклонов ЮЗ – СВ, амплитуды варьируют от 3" до 200". Главное направление наклонов совпадает с направлением оси нормального напряжения (ЮЗ – СВ), при этом наклоны некоторых блоков находятся в противоположных фазах.

На всех линиях повторного нивелирования наметилась определенная тенденция в вертикальных смещения земной поверхности и протекания сейсмического процесса. Сопоставление скоростей СВДЗК с сейсмической активностью позволило установить прямые корреляционные связи между этими параметрами для юга Сибири в целом с коэффициентом корреляции $r = 0,55 \pm 0,17$.

В результате геодезических исследований установлена пространственно-временная нестабильность процессов, протекающих внутри разломных зон, что отразилось на проявлении СВДЗК. Выявлены главные особенности проявления современных вертикальных движений в зонах разломов, заключающиеся в пространственной локализации аномальных изменений высоты и высокоградиентном характере движений, а также во временной высокочастотности и пульсационной (знакопеременной) направленности движений.

Корреляция локальных движений СВДЗК с сейсмическим режимом приводит к выводу о возможной обусловленности аномалий движений в рифтовых структурах БРЗ деформационными процессами, протекающими непосредственно в зонах разломов, удаленных от очагов землетрясений 12 – 14 классов на расстояние от 25 до 50 км.

Медленные движения земной поверхности Сибири. Основная задача СВДЗК на больших территориях в выявлении и характеристике крупных (региональных) особенностей современных движений в форме областей современных поднятий и опусканий и зон перехода между ними. Для решения этой задачи, во-первых, построены комплексные профили по протяженным линиям повторного нивелирования (около 70 линий), которые позволили уточнить бло-

ковую структуру земной коры, оценить подвижки блоков и трассировать активные разломы. Во-вторых, составлены карты скоростей СВДЗК, позволяющие в пределах крупного региона выделить наиболее активные участки земной коры и спланировать будущие детальные геодезические и геолого-геофизические исследования. Характер пространственного распределения скоростей СВДЗК регионов Сибири подробно рассмотрен в публикациях [22, 23, 26 и др.].

О глубинной природе выявленных СВДЗК регионов Сибири свидетельствуют результаты спектрального анализа скоростей вертикальных движений, высот рельефа, аномалий силы тяжести и глубин поверхности Мохоровичича, проведенного по профилю Большой Невер–Аральск длиной 8 тыс. км. Ряды наблюдений вдоль профиля аппроксимировались тригонометрическим полиномом. По методу быстрого преобразования Фурье определялись амплитуды выделенных волн. Для всех функций характерны общие волны длиной 1000, 750, 600 и 200 км, а также и более локальные – 81 км.

Кроме карт скоростей СВДЗК для регионов Сибири с использованием постоянных Гаусса построены карты скоростей изменения наклонов и кривизны земной поверхности [22]. Наряду с названными картами для изучения современного геодинамического процесса предлагается составлять карты современной кинематики земной поверхности. На них будут отображаться выделенные приповерхностные структуры современного развития – абсолютного и относительного поднятия, интенсивного прогибания земной коры и зоны разломов, активизированные на современном этапе развития [27].

Следующий важный этап геодинамической интерпретации – установление корреляционных связей современных движений с основными геодинамическими параметрами земной коры и литосферы в двухмерном пространстве. Полученные таким образом картографические корреляционные модели позволят выделить на исследуемом участке земной коры зоны повышенной геодинамической активности [27].

Из краткого обзора изучения современной геодинамики Сибири геодезическими и геолого-геофизическими методами следует, что научное направление, возглавляемое в 1966–1985 гг. чл.-кор. АН СССР Э.Э. Фотиади, успешно развивалось в Сибири, а результаты исследований широко использовались при решении крупных практических задач. В «лихие» 90-е годы прошлого столетия эти массивные исследования, как и многие другие важные и нужные научные изыскания, были прекращены и выполнялись лишь «любителями-одиночками» без необходимого государственного финансирования. В настоящее время геодинамические исследования в Сибири ведутся некоторыми институтами СО РАН (ИНГГ, ИЗК СО РАН и др.) с использованием современных спутниковых технологий в основном путем измерения горизонтальных смещений по трансформным разломам. По результатам таких измерений определяется изменение напряженного состояния в очагах произошедших землетрясений (например, произошедшего 27.09.2003 г. на Алтае в районе Чаган-Узуна).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каленицкий А. И., Васильева Е. Е. Оценка площади физической поверхности участка на территории Алтайского края // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 68–73.
2. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. О комплексной интерпретации данных геодинамическо-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 3–13.
3. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 3–9.
4. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. О корреляциях функций случайных ошибок измерений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 21–27.
5. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Разности повторных измерений как объекты статистического анализа // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 1 (21). – С. 27–30.
6. Лесных Н. Б., Мизин В. Е. Сравнительная характеристика результатов двух статистических методов анализ разностей повторных измерений // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 46–51.
7. Современная геодинамика Дальнего Востока по результатам гео - физических и геодинамических измерений / В. Ю. Тимофеев, Д. Г. Ардуков, В. М. Соловьев, С. В. Шибаяев, А. Ф. Петров, П. Ю. Горнов, Н. В. Шестаков, Е. В. Бойко, А. В. Тимофеев // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 30–36.
8. Дорогова И. Е. Интерпретация наблюдений за движениями земной коры на техногенном полигоне // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 203–207.
9. Дорогова И. Е., Дербенев К. В. Глобальные вихревые движения блоков земной поверхности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 244–247.
10. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Середович В. А. Об особенностях мониторинга техногенной геодинамики в районах интенсивного извлечения нефти и газа // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 223–230.
11. Колмогоров В. Г. Теоретические основы изучения современных деформаций земной поверхности // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 9–13.
12. Мазуров Б. Т., Дорогова И. Е., Дербенев К. В. Горизонтальные движения земной коры вращательного характера, наблюдаемые на геодинамических полигонах // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 239–243.
13. Байкальский геодинамический полигон. Методика исследования и первые результаты изучения современных движений земной коры / Э.Э. Фотиади, Г.И. Каратаев, В.Г. Колмогоров и др. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1970. – 175 с.
14. Моги К. Предсказание землетрясений / Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 382 с.
15. Певнев А.К. Прогноз землетрясений – геодинамические аспекты проблемы // Физика Земли. – 1988. – № 12. – С. 88–98.
16. Reid H.F. The Mechanism of the Eartquake. The California Eartquake of April 18. 1906 // Rep.of the State Investigation Commiss. – Washington, 1910. – V. 2. – Pt.1. – 55 p.
17. Буланже Ю. Д., Певнев А. К. Геодезия и прогноз землетрясений // Современные движения и деформации земной коры на геодинамических полигонах. – М.: Наука, 1983. – С. 7–15.

18. Боровик Н.С., Гайский В.И., Колмогоров В.Г. и др. Исследования характеристик поля упругих напряжений в Байкальской рифтовой зоне // Геология и геофизика. – 1974. – № 11. – С. 3–9.
19. Колмогоров В.Г. Систематические геодезические наблюдения за современными движениями земной коры в Байкальской рифтовой зоне // Современные движения земной коры (исследования на геодинамических полигонах). – Новосибирск: Наука, 1978. – С. 13–20.
20. Колмогоров В.Г. Методика и результаты изучения кинематических характеристик земной поверхности на Байкальском полигоне // Междунар. симпоз. КАПГ по изучению современных движений земной коры (Дагомыс, 1988): тез. докл. – Воронеж, 1988. – С. 52–53.
21. Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П. Современные деформации и сейсмичность Байкальской рифтовой зоны // VIII Междунар. симпоз. Геодезия-сейсмология: деформации и прогноз: тез. докл. – Ереван, 1989. – С. 27–28.
22. Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П. Современная кинематика земной поверхности юга Сибири. – Новосибирск: Наука, 1990. – 153 с.
23. Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П. Применение геодезических данных о современных движениях земной коры для решения некоторых задач геологии // Геофизические методы в региональной геологии. Новосибирск: Наука, 1982. – С. 126–136.
24. Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П. Изучение деформаций земной поверхности в районе Таштагольского железорудного месторождения // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 36. – № 11. – С. 116–124.
25. Колмогоров В.Г. Оценка современной кинематики разломов Сибири по геодезическим данным // Методика и результаты изучения пространственно-временных вариаций геофизических полей. – Новосибирск: ОИГГМ СО РАН, 1992. – С. 159–172.
26. Фотиади Э.Э., Лазаренко В.А., Колмогоров В.Г. и др. Составление карты скоростей современных вертикальных движений земной коры Западно-Сибирской плиты // Современные движения земной коры. Морфоструктуры, разломы, сейсмичность. – М.: Наука, 1987. – С. 72–75.
27. Колмогоров В.Г. Кинематика земной поверхности Западной Сибири по результатам инструментальных методов // Геология и геофизика. – 1997. – № 9. – С. 1538–1548.

© В. Г. Колмогоров, В. А. Калюжин, В. И. Дударев, Н. В. Одинцова, 2015

СОВРЕМЕННЫЕ КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Вячеслав Георгиевич Колмогоров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

Виктор Анатольевич Калюзин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Наталья Валерьевна Одинцова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ассистент геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)909-86-16, e-mail: Natasha_7.7.7@mail.ru

В статье описываются основные кинематические параметры, полученные в результате комплексного анализа результатов повторного нивелирования в Забайкалье.

Ключевые слова: гранитоиды, архейские комплексы, современные деформации земной поверхности, скорости изменения кривизны и наклона земной поверхности.

CURRENT KINEMATIC PARAMETERS OF EAST SIBERIA

Vyacheslav G. Kolmogorov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

Victor A. Kalyuzhin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., head of the Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Natalia V. Odintsova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Assistant lecturer, Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (952)909-86-16, e-mail: Natasha_7.7.7@mail.ru

Basic kinematic parameters obtained due to the complex analysis of releveled in Transbaikalia are described.

Key words: granitoids, Archaean complexes, current deformations of the Earth's surface, rate of Earth's surface curvature and slope change.

Сложный пространственно-временной процесс эволюции литосферы привел к существенной ее дифференциации на совокупность равномерно распре-

деленных геоструктурных элементов различного типа и порядков: от литосферных плит, платформ разного возраста, геосинклиналей, сводов, впадин, краевых и межгорных прогибов до локальных структур. В силу различий физических свойств горных пород и вещества глубинных зон, а также элементов залегания пород указанные неоднородности геофизической среды, закономерно отражаются в стационарных геофизических полях, с одной стороны, а с другой – определяют характер и особенности пространственного распределения современных движений земной коры [1- 6, 17].

Главная задача исследований современной кинематики Восточной Сибири – установление пространственной и временной характеристик современных вертикальных движений и их сопоставление с характеристиками новейших движений и неотектоническими структурами. Качественные оценки пространственных характеристик СВДЗК содержатся во многих схемах классификации тектонических движений. Общее представление о характере и величине современных вертикальных движений крупных регионов юга Сибири дают графики высот дневного рельефа и изменений высот реперов, полученных по неуровненным данным повторного нивелирования 1 класса. Как правило, впадины проявляются обширной областью современного прогибания (скорость 4–6 мм/год), а своды – существенным поднятием (скорость 6–12 мм/год). Размеры аномалий СВДЗК по латерали изменяются от 3 тыс. км (1 ранга) до 1–0,5 тыс. км (2 ранга). На протяжении всего профиля графики изменения высот в общих чертах повторяют рельеф земной поверхности.

Дифференциацию вертикальных движений в Байкальской рифтовой зоне иллюстрирует рис. 1, на котором приведен комбинированный профиль по линии повторного нивелирования Татаурово–Горячинск–Могойто. Протяженность линии 470 км, проложена вдоль хребтов оз. Байкал. Первое нивелирование выполнено предприятием ГУГКа в 1938–1941 гг., повторное – в 1970–1972 гг. О качестве нивелирования свидетельствуют средние квадратические ошибки на 1 км хода: $\eta_1 = 0,9$, $\eta_2 = 1,2$, $\sigma_1 = 0,25$, $\sigma_2 = 0,02$ мм/км. Результаты оценки и сопоставление графиков изменения высот нивелирных знаков (ΔH) и графика накопления разностей средних превышений [7, 12, 13] показали, что на большинстве участков профиля вычисленные скорости вертикальных движений во много раз превышают ожидаемые средние квадратические ошибки их определения.

В геологическом отношении рассматриваемый профиль расположен в пределах региональной структуры Северо-Восточного Прибайкалья – Баргузинской складчатой системы поздних байкалид. Эта структура прослеживается на протяжении 400 км при переменной ее ширине от 60 до 100 км, будучи ограниченной на западе и юго-востоке соответственно Восточно-Прибайкальской и Усть-Селенгинско-Витимской зонами глубинных разломов. Особенностью названной региональной структуры является довольно однородное глубинное строение, устанавливаемое как по геологическим, так и по геофизическим данным [17]. На большей площади эта структура сложена главным образом гранитоидами баргузинского комплекса и представляет собой плутон.

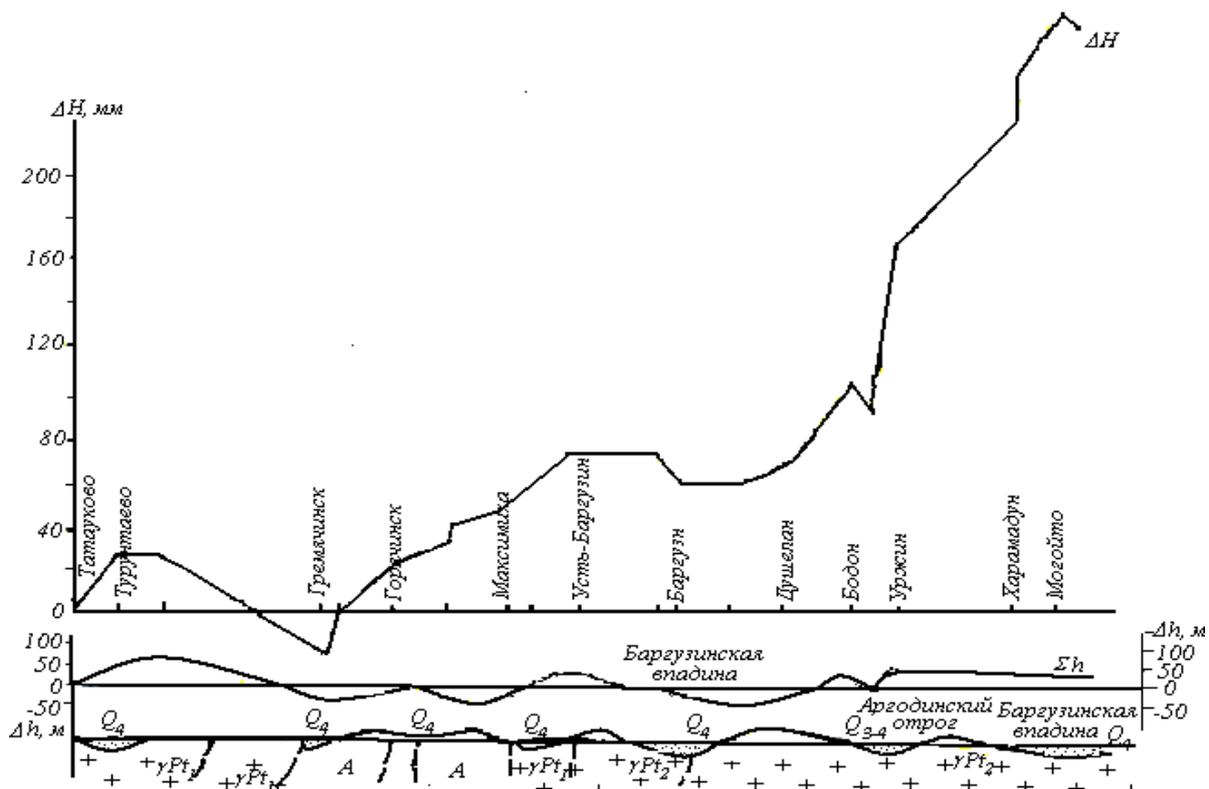


Рис. 1. Профиль и схематический геологический разрез по линии повторного нивелирования Татаурово–Горячинск–Могойто.

ΔH – изменение высот, мм; Σh – рельеф поверхности, м.

Геологический разрез: Q_3 и Q_4 – третичные и четвертичные отложения, γPt – протерозойские гранитоиды баргузинского комплекса; Ag – архейские комплексы

Предполагается, что участок в верховьях р. Баргузин и низовьях р. Чары представляет собой наиболее глубинную часть плутона, которая ныне обнажена в результате последующего поднятия и эрозии. Дифференциация тектонических движений согласуется здесь с неотектоническими структурами, выраженными в рельефе земной поверхности (кривая Σh на рис. 6). Анализируемый профиль сначала идет по северным отрогам хр. Улан-Бургасы (участок Татаурово–Горячинск), затем на протяжении 100 км – по структурам, расположенным в области перехода от этого хребта к Байкальской депрессии (участок Горячинск – Усть-Баргузин). Одной из таких структур является Усть-Баргузинская впадина, выполненная рыхлыми образованиями и отделенная от Баргузинской впадины невысокой горной перемычкой – Шаманским порогом. Далее профиль проходит в области сопряжения Баргузинской впадины с Баргузинским хребтом (до поселка Баргузин), пересекает Баргузинскую впадину по юго-западной периклинали замыкания ее внутренней котловины (Джидаканской), затем идет по своеобразным антиклинальным структурам – подземным продолжениям отрогов Икатского хребта, обрамляющего Баргузинскую впадину с востока. Одним из таких отрогов хребта является Аргодинский. Наконец, профиль вновь пересекает Баргузинскую впадину в северо-восточной ее части

по другой периклинали замыкания Хонхинской внутренней котловины (район Могойто). Кривая изменения превышений Δh по профилю отображает общее поднятие всей региональной положительной структуры, скорости поднятия которой возрастают в северо-восточном направлении. Баргузинская впадина, как видно на рис. 1, не нашла достаточно яркого отображения на кривой Δh . В частности, на ней не фиксируются интенсивное погружение и разрастание этой впадины, хотя последнее подтверждается не только глубинной структурой впадины, но и прогрессирующим заболачиванием ее долин. Наблюдаемое распределение скоростей вертикальных движений по всей Баргузино-Муйской зоне, видимо, в большей мере можно связать не с поверхностной, а с глубинной структурой этой зоны и очень высокой современной активностью Икатского хребта.

На рис. 2 нанесены график накопления разностей средних превышений Σh за период между нивелировками линии Красноярск–Чита, выполненными в 1938–1943 и 1957–1965 гг. (за начальный репер принята стенная марка в здании депо ст. Красноярск), график горизонтальных градиентов скоростей и доверительный интервал значений скорости вертикальных движений $m_{\Delta h}$.

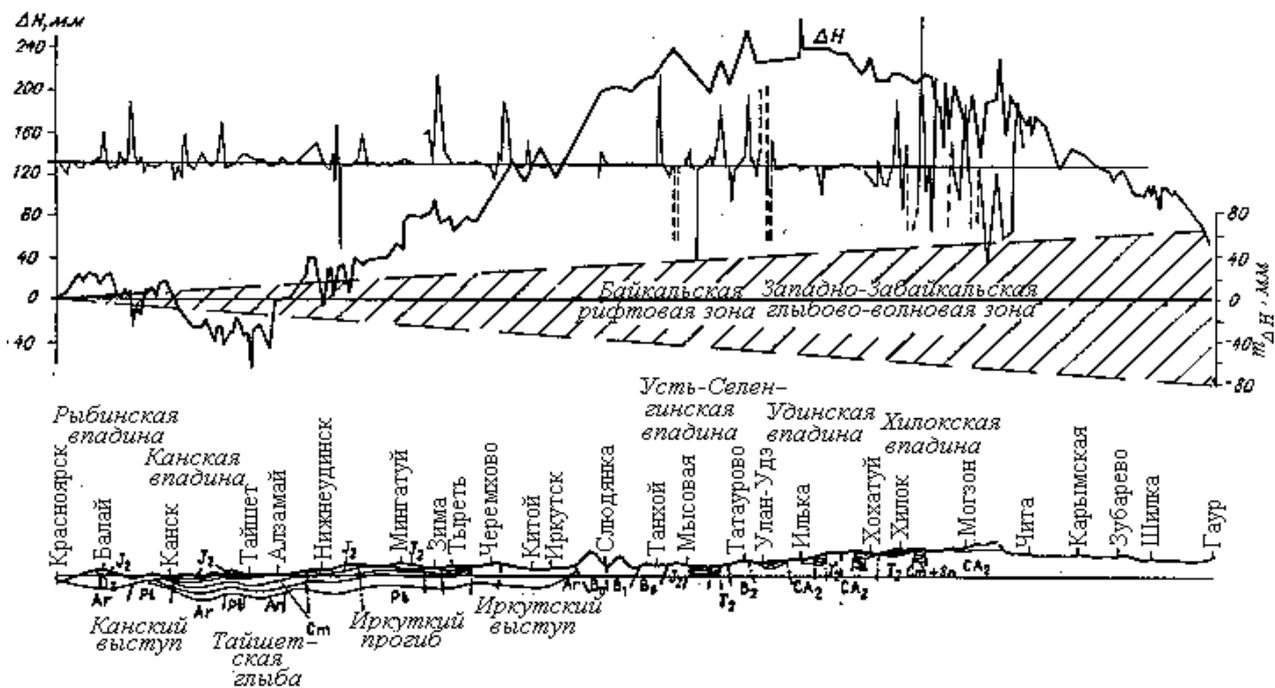


Рис. 2. График изменения высот (Δh) геологический разрез по линии повторного нивелирования Красноярск–Чита

$m_{\Delta h}$ – доверительный интервал значений скоростей СВДЗК, мм/год;

Области байкальской складчатости: B_0 – выступы структур в ядрах антиклинорий; B_1 и B_2 – нижний и верхний структурные ярусы; γ – гранитоиды;

CA_3 – верхний структурный ярус каледонской складчатости

В 70-х годах сеть линий повторного нивелирования Сибири не имела привязки к уровнемерным постам и не было еще осуществлено общее уравнивание высотной сети СССР. Поэтому карты скоростей современных вертикальных движений составлялись в относительной системе отчета скоростей, в которой за начальный выбран репер в здании депо ст. Красноярск (закладка 1901г.).

Карта относительных скоростей современных вертикальных движений южного Прибайкалья и Забайкалья является одним из первых результатов регионального изучения современных вертикальных движений земной коры Сибири (рис. 3).

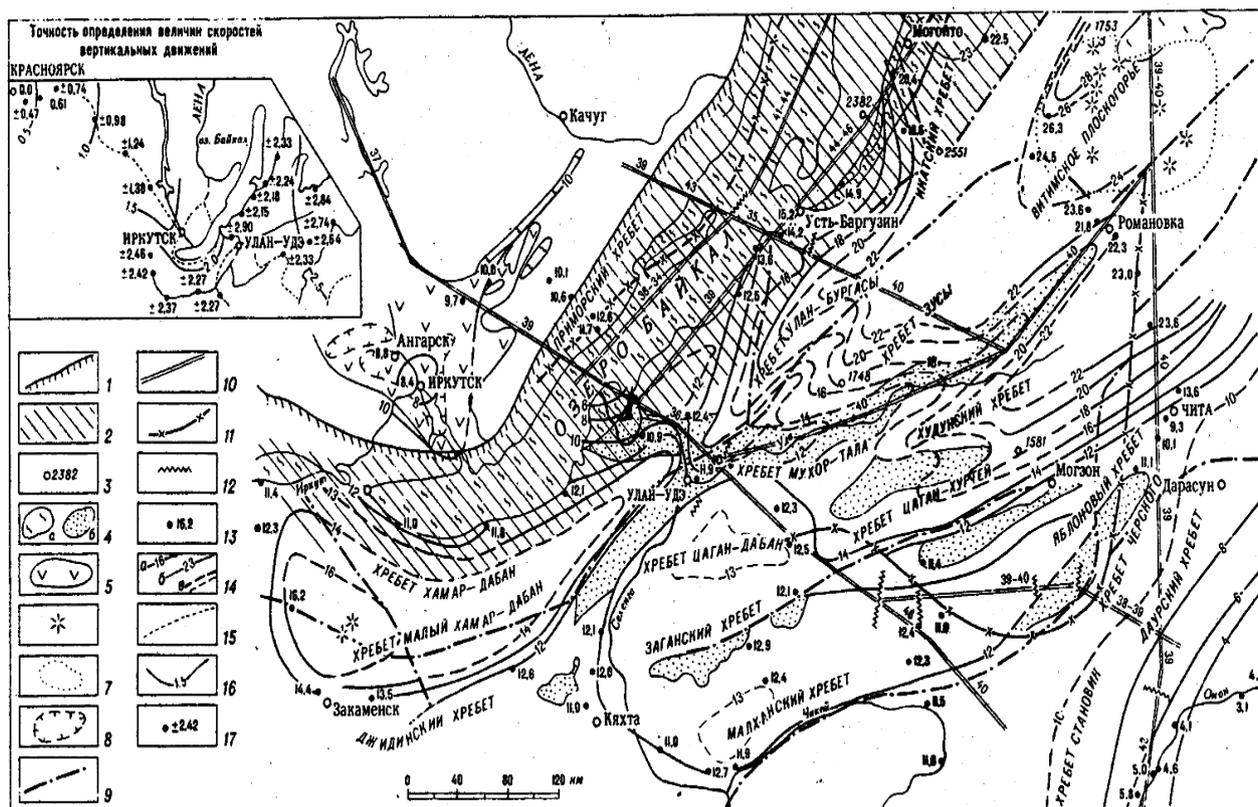


Рис. 3. Карта скоростей современных вертикальных движений земной поверхности и тектоническая схема Южного Прибайкалья и Забайкалья:

1 – граница Сибирской платформы; 2 – Байкальская рифтовая зона; 3 – высота рельефа, м; 4 – впадины: кайнозойские (а), мезозойские (б); 5 – юрские отложения Иркутского амфитеатра; 6 – вулканические конусы; 7 – граница Центрального вулканического Витимского плоскогорья; 8 – зоны максимальной мощности юрских отложений; 9 – главнейшие глубинные разломы; 10 – маршруты ГСЗ с осредненным значением глубин до поверхности мантии, км; 11 – граница области с пониженной скоростью сейсмических волн на границе мантии; 12 – участки резких уступов в рельефе поверхности мантии; 13 – характерные пункты нивелирной сети и их скорости, мм/год; 14 – изолинии скоростей современных вертикальных движений: а) основные через 2 мм/год, б) дополнительные, в) гипотетические. Врезка: 15 – линии повторного нивелирования; 16 – линии равных точностей определения скоростей СВД; 17 – величина средней квадратической погрешности скорости

Для составления этой карты кроме данных повторного нивелирования линии Красноярск–Чита использована государственная сеть точного нивелирования (рис. 4). Основные результаты обобщения и анализа используемых линий нивелирования были получены нами к 1975 г. и обсуждались в различных аспектах [9, 10, 13 и др.]. Поскольку линия Красноярск–Чита (рис. 2) является опорной, то к анализу результатов ее нивелирования обращались неоднократно. Так, в работе [9] рассмотрены соотношения геофизических полей, геоструктурных элементов и скорости вертикальных движений; анализ связи режима современных вертикальных движений с особенностями геологического строения по профилю приведены в работах [9, 11, 14], а современные деформации земной поверхности по профилю и результирующие данные приведены в [9, 14].

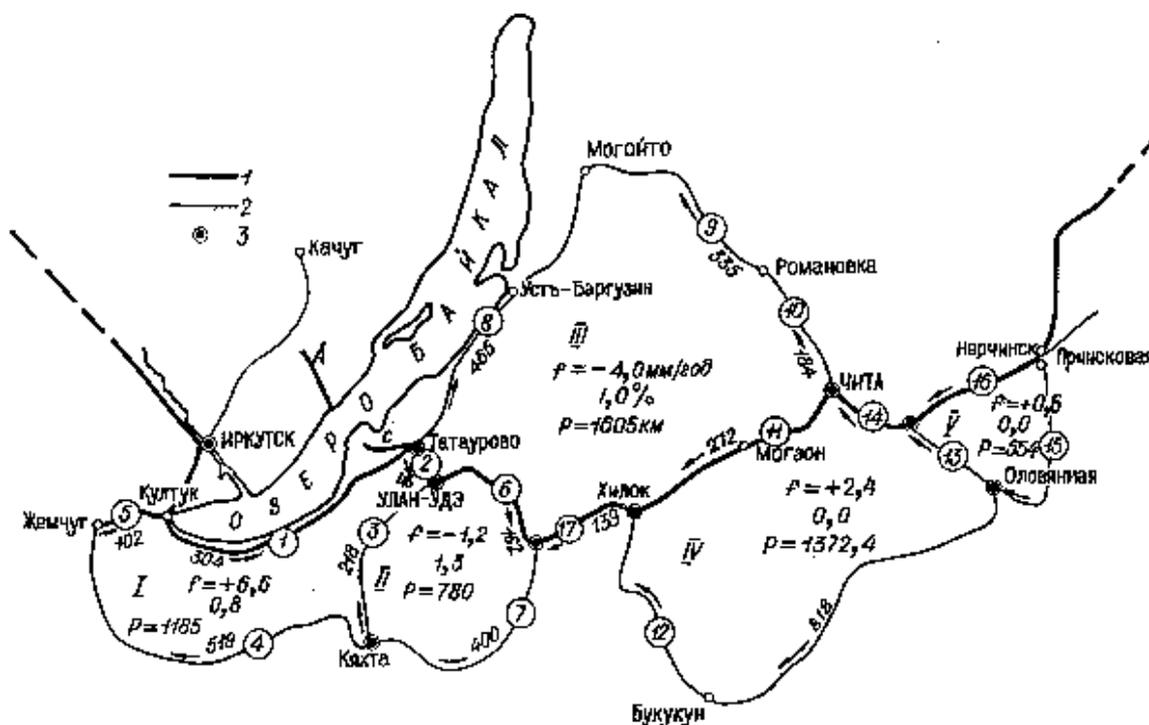


Рис. 4. Схема полигонов нивелирования на территории

Байкальской рифтовой зоны и Забайкалья:

1, 2 – линии нивелирования I и II классов, А – Ангинский, С – Селенгинский профили

Для составления представленной карты кроме линии Красноярск–Чита использована сеть нивелирования II класса (рис. 4), общая протяженность линий этой сети около 15 тыс. км. Интервалы времени между повторными нивелировками линий государственной сети – от 18 до 30 лет. Все полигоны были уравнены кореллатным способом, в результате чего определены вероятнейшие значения скоростей в узловых точках, принятых в дальнейшем за жесткие, и скорости промежуточных реперов всех линий. Средняя квадратическая ошибка единицы веса, полученная при уравнивании сети, $\mu = \pm 0,07$ мм/год на 1 км хода.

На врезке к карте скоростей СВДЗП Южного Прибайкалья и Забайкалья (рис. 3) в изолиниях указана точность определения величин скорости вертикальных движений, которая колеблется от 0 в Красноярске до 2,8 мм/год в восточной части территории. Сечение изобаз на карте принято равным 2 мм/год.

Наметившиеся тенденции пространственного распределения современных вертикальных движений и их дифференциация связаны прежде всего с крупными морфоструктурами. При более детальном анализе установлены следующие закономерности.

1. Восточнее Красноярска на протяжении 500 км значения скоростей движений изменяются в пределах от $-0,1$ до $+3$ мм/год; приближаясь к Иркутскому амфитеатру, скорости резко возрастают и в его пределах достигают $+8$ мм/год.

2. Собственно рифтовая зона и ее ближайшее горное обрамление характеризуются наиболее контрастными скоростями СВДЗП, значения которых здесь меняются в основном от $+10$ до $+20$ мм/год, при этом максимальные скорости относятся к зонам новейшего и современного (голоценового) вулканизма в районах Амалатского хребта Витимского плоскогорья и западного подножия хребта Малого Хамар-Дабана. Именно в этих зонах происходит интенсивная современная перестройка древних морфоструктурных планов, связанная с рифтогенезом [15, 16].

На общем фоне высоких скоростей вертикальных движений рифтовые впадины исследуемой зоны характеризуются наименьшими скоростями. Так, в Усть-Селенгинской впадине по мере приближения к оз. Байкал скорости уменьшаются от $+12$ до $+6$ мм/год. В пределах Баргузинской и Тункинской впадин не столь резкое уменьшение скорости (всего на $1-2$ мм/год) объясняется тем, что эти значения скоростей характеризуют не центральную часть, а борта впадин, поскольку линии нивелирования проложены в зоне сопряжения впадин с положительными структурами.

3. При переходе от Байкальской рифтовой зоны к Западному Забайкалью резких перепадов в значении скоростей вертикальных движений не наблюдается. Для Западно-Забайкальской же зоны мезозойско-кайнозойской активизации по мере удаления ее от Байкальской рифтовой зоны значения скорости движений постепенно уменьшаются с северо-запада на юго-восток. Если в пределах Хилокской зоны наблюдаются, в основном, скорости 12 мм/год, то в Восточном Забайкалье они достигают величины только 3 мм/год. Таким образом, Байкальский свод находит отчетливое отражение в современных вертикальных движениях земной поверхности, а его современные границы, проходящие на востоке далеко за пределами собственно Байкальской рифтовой зоны, совпадают с границами области повышенных скоростей вертикальных движений.

Анализ горизонтальных градиентов скорости вертикальных движений, вычисленных по отдельным профилям нивелирования показал, что полосы повышенных значений градиентов соответствуют во многих случаях контрактам блоков земной коры. Локализация зон с максимальными наклонами земной поверхности пространственно совпадает с зонами таких глубинных разломов, как Приморский, Джида–Витимский, Селенгино–Амалатский, Монголо–Охотский

и др. В пределах Иркутского амфитеатра и Восточного Забайкалья градиент скорости не превышает $1 \cdot 10^{-7}$ год $^{-1}$. В Байкальской рифтовой зоне значения градиента меняются от $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-7}$ год $^{-1}$ [9,].

На основе карты относительных скоростей вертикальных движений была составлена карта горизонтальных градиентов скоростей в изолиниях с сечением $0,1 \cdot 10^{-7}$ год $^{-1}$ (рис. 5). Здесь максимальные значения наклонов земной поверхности отмечены в пределах Байкальского хребта и в зоне сочленения хребтов Баргузинского и Улан-Бургасы с Витимским плоскогорьем.

На рис. 6 представлена карта скорости изменения кривизны земной поверхности, содержащая информацию, в основном, о положительном значении изгибовой деформации, максимальные значения которой (до $40,5 \cdot 10^{-12}$) зарегистрированы в Байкальской рифтовой зоне.

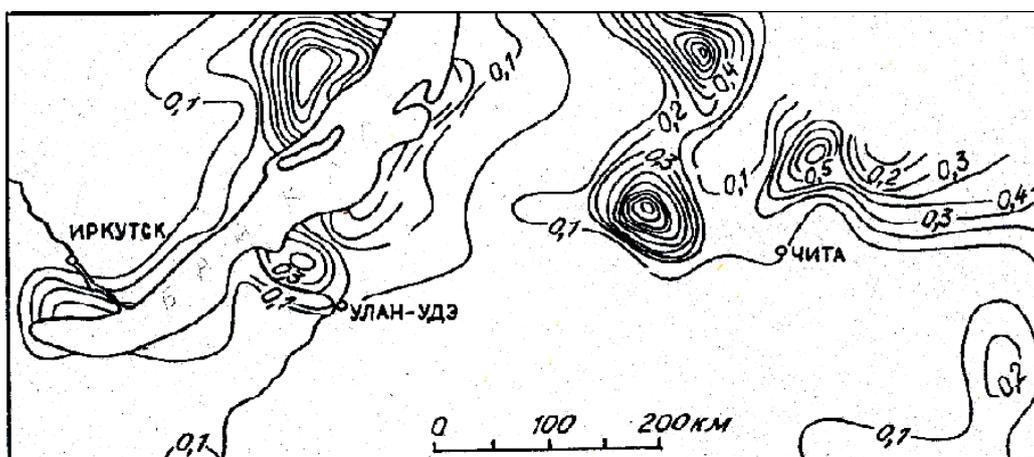


Рис. 5. Схема горизонтальных градиентов скоростей СВДЗП Прибайкалья и Забайкалья. Изолинии проведены через $0,1 \cdot 10^{-7}$

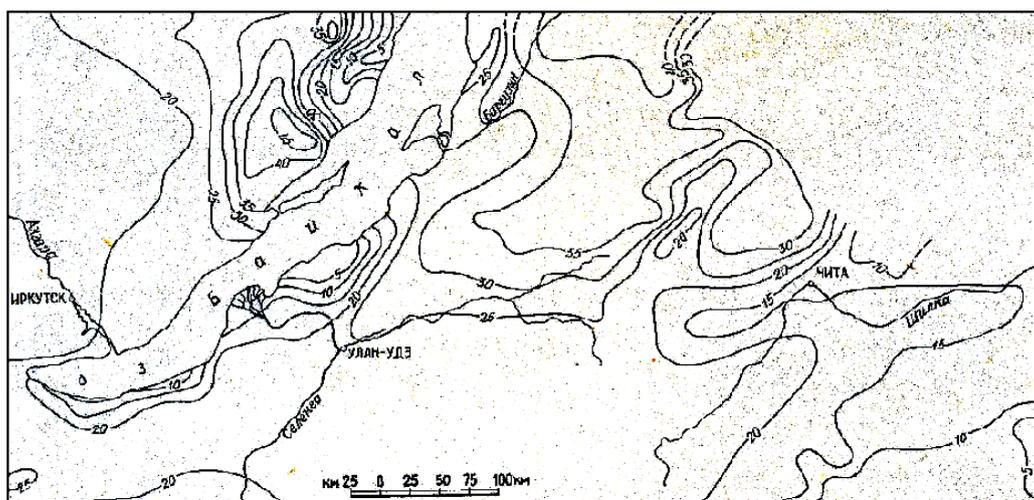


Рис. 6. Схема скоростей изменения кривизны земной поверхности (изгибовая деформация) Прибайкалья и Забайкалья. Изолинии проведены через $5 \cdot 10^{-12}$

Сопоставление геодезических и геолого-геофизических данных позволило сделать следующие выводы.

1. Современное региональное поднятие Байкальского свода за указанный период не вызывает сомнений, поскольку не обнаружено значительных по величине систематических ошибок по линиям повторного нивелирования.

2. Характер изменения скоростей вертикальных движений в пределах структурных элементов, расположенных на отрезке линии Красноярск–Иркутск, хорошо согласуется с особенностями их геологического развития: древние блоки земной коры юга Сибирской платформы, кроме Рыбинской и Канско–Тасеевской впадин, характеризуются положительными значениями скоростей движений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Каленицкий А. И., Васильева Е. Е. Оценка площади физической поверхности участка на территории Алтайского края // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 2 (18). – С. 68–73.

2. Каленицкий А. И., Ким Э. Л. О комплексной интерпретации данных геодинамическо-гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 3–13.

3. Современная геодинамика Дальнего Востока по результатам гео - физических и геодинамических измерений / В. Ю. Тимофеев, Д. Г. Ардюков, В. М. Соловьев, С. В. Шибяев, А. Ф. Петров, П. Ю. Горнов, Н. В. Шестаков, Е. В. Бойко, А. В. Тимофеев // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 30–36.

4. Дорогова И. Е. Интерпретация наблюдений за движениями земной коры на техногенном полигоне // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 203–207.

5. Дорогова И. Е., Дербенев К. В. Глобальные вихревые движения блоков земной поверхности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 244–247.

6. Каленицкий А. И., Ким Э. Л., Середович В. А. Об особенностях мониторинга техногенной геодинамики в районах интенсивного извлечения нефти и газа // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Пленарное заседание : сб. материалов (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 223–230.

7. Колмогоров В. Г. Систематические геодезические наблюдения за современными движениями земной коры в Байкальской рифтовой зоне // Современные движения земной коры (исследования на геодинамических полигонах). – Новосибирск: СО Наука, 1976. – С. 13–20.

8. Колмогоров В. Г. К вопросу о составлении карт горизонтальных градиентов современных вертикальных движений и деформаций изгиба земной поверхности // IX Междугосударственное совещание по изучению современных движений земной коры на геодинамических полигонах: Тез. докл. – Петропавловск-Камчатский: Наука, 1981. – С. 88.

9. Колмогоров В. Г. Современная геодинамика Сибири по результатам геодезических и геолого-геофизических исследований. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 236 с.

10. Колмогорова П. П. Закономерности распределения современных вертикальных движений земной коры в Байкальской рифтовой зоне // Современные движения земной коры. – Новосибирск: Наука, 1978. – С. 21–29.

11. Колмогоров В. Г., Колмогорова П. П. Характеристика современных вертикальных движений, геофизических полей и геоструктурных элементов по профилю Красноярск–Иркутск // Геология и геофизика. – 1968. – № 11. – С. 43–48.

12. Колмогоров В. Г., Колмогорова П. П. Современные движения земной коры южной части Байкальской рифтовой зоны и сопредельных областей // Тектоника Сибири. М.: Наука. Т. VII, 1976. – С. 35–38.
13. Колмогоров В. Г., Колмогорова П. П. Результаты изучения современных движений земной коры Байкальской рифтовой зоны // Геофизические методы в познании земной коры в Сибири/Тр. СНИИГГиМС, вып. 249. – Новосибирск, 1977. – С. 145–158.
14. Колмогоров В. Г., Колмогорова П. П. Современная кинематика земной поверхности юга Сибири. – Новосибирск: Наука, 1990. – 153 с.
15. Сейсмическое районирование Восточной Сибири и его геолого-геофизические основы. Отв. ред. В. П. Солоненко. – Новосибирск: Наука, СО АН СССР, 1977. – 303 с.
16. Сейсмотектоника и сейсмичность рифтовой системы Прибайкалья. М.: Наука, 1968. 220 с.
17. Хаин В.Е. Общая геотектоника. М.: Недра, 1985. – 360 с.

© В. Г. Колмогоров, В. А. Калюжин, Н. В. Одинцова, 2015

СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДИНАМИКИ СИБИРИ В КОНЦЕ XX ВЕКА

Вячеслав Георгиевич Колмогоров

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

Владимир Иванович Дударев

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (913)901-05-02, e-mail: leo@mail.ru

В статье дается краткий обзор развития комплексных исследований современной геодинамики Сибири, выполняемых во второй половине XX столетия.

Ключевые слова: геодинамические явления, геометрическое нивелирование, современные вертикальные движения земной коры (СВДЗК), геодинамические полигоны (ГДП), современные деформации земной поверхности.

COMPREHENSIVE STUDY OF CURRENT GEODYNAMICS OF SIBERIA AT THE END OF XX CENTURY: PROBLEM STATE

Vyacheslav G. Kolmogorov

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (913)941-78-90, e-mail: Vyacheslavgeorgievich@mail.ru

Vladimir I. Dudarev

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (913)901-05-02, leo@mail.ru

Comprehensive study of Siberia current geodynamics at the end of XX century is briefly described.

Key words: geodynamic phenomena, geometrical leveling, current vertical movements of Earth crust, geodynamic testing areas, current deformations of the Earth surface.

Проблема определения изменений во времени положения точек земной поверхности и элементов гравитационного поля Земли, а также интерпретация полученных результатов стала составной частью геодинамики. Геофизика и геодезия при использовании инструментальных методов, позволяют получить количественные оценки изменения положения точек земной поверхности и элементов гравитационного поля Земли величиной порядка $10^{-6} - 10^{-9}$, если при линейных изменениях за единицу принять радиус Земли, при угловых измерениях – радиан, при измерениях силы тяжести – ее среднее значение на поверх-

ности Земли. Однако даже столетний опыт инструментальных исследований не позволил пока "увязать" результаты геологических, геофизических и геодезических методов так, чтобы те и другие послужили единым фундаментом для построения теории геодинамических процессов. Основную трудность исследователи видят в том, что характерные времена процессов, изучаемых разными науками, оказываются различными [1-6].

Геодинамические явления по пространственному признаку условно делят на группы: а) глобальные (планетарные), б) региональные, относящиеся к областям протяженностью 100–1000 км; в) локальные, относящиеся к областям протяженностью до 100 км. По временному признаку они делятся на: а) вековые с периодом изменений порядка 100 лет; б) межгодовые, с периодом изменений от нескольких до 100 лет; в) годовые, или сезонные, имеющие периоды изменений от нескольких лет до полугода; г) месячные, полумесячные; д) суточные; е) нерегулярные, случайные [7, 8].

Наибольший объем инструментальных данных накоплен в области геодезии и сейсмологии. В перспективе разномасштабные геодинамические исследования станут главным делом геодезии в ее аспектах, связанных с другими науками о Земле, и приобретут большое социально-экономическое значение.

Такие глобальные геодинамические явления как движения полюсов и неравномерность вращения Земли, вариации геопотенциала и уровня моря, изменения положения центра масс и тензора инерции Земли, земные и океанические приливы существенно отразились на традиционных наблюдениях звезд для целей астрометрии и геодезии и приобрели особое значение в последние годы для решения геодезических задач космическими методами – наблюдениями ИСЗ, входящими в геодезические и навигационные комплексы, светолокацией Луны, применения метода длиннобазисной радио-интерферометрии. Поэтому уже многие десятилетия существуют как национальные, так и международные службы времени и вращения Земли, в деятельности которых с самого начала их возникновения принимают активное участие геодезические, астрономические и метрологические научные учреждения нашей страны. Изучение земных приливов приобрело особое значение с развитием высокоточных гравиметрических работ и при расчете орбит ИСЗ, используемых в геодезии и навигации, а также при точных определениях абсолютных положений точек земной поверхности всеми современными космическими средствами [9, 10].

Единственным широко используемым средством региональных геодинамических исследований многие годы являлось повторное геометрическое нивелирование, которое в сочетании с регулярными наблюдениями за уровнем моря на ряде уровнемерных постов позволяет определять современные вертикальные движения земной коры (СВДЗК) в пределах обширных территорий.

Систематическое использование результатов повторного геометрического нивелирования в СССР для изучения СВДЗК началось в 1945 г. как результат реализации программ нивелирования I–II классов; по мере реализации этих

программ уточнялись и опубликовывались новые карты СВДЗК, охватывающие все большие территории [11].

На XIII Генеральной ассамблее МГГС (1962 г.) принят Международный проект "Современные движения земной коры", предусматривающий прежде всего составление сводных карт современных вертикальных движений крупных регионов. С этого момента начался этап интенсивных повторных геодезических измерений, главным образом, высотной сети и создания специальных геодинимических полигонов (ГДП) для изучения тонких особенностей пространственно - временного появления современных движений земной коры (СДЗК). Основными аспектами этих исследований были: совершенствование методов наблюдений, оценка их представительности и возможностей, разработка методики анализа результатов наблюдений, оценка влияющих на точность измерений факторов различной природы, составление карт СВДЗК и др. В государственном и международном масштабах исследования современных движений земной коры были развернуты благодаря усилиям известнейших исследователей и организаторов науки и производства первого президента Международной ассоциации геодезии по СДЗК (CRCM) проф. Ю.А. Мещерякова, председателя союза геодезии и геофизики Межведомственного комитета по СДЗК АН СССР Ю.Д. Буланже и зам. начальника ГУГиК при СМ СССР Л.А. Кашина.

Важным этапом указанных исследований была карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы, составленная в сотрудничестве геодезических служб социалистических стран и представленная в 1971 г. на XV Генеральной ассамблее МГГС в Москве. Впервые в мире была построена в единой системе сводная карта СВДЗК на территорию площадью более 6,5 миллионов квадратных километров.

В результате работ по повторному нивелированию, выполненных предприятиями ГУГК при СМ СССР в 1970–1982 гг., оказалось возможным совместно с ЦНИИГАиК и рядом организаций АН СССР завершить в 1986 г. вперые составление карты СВДЗК практически на всю территорию нашей страны. Были использованы линии повторного нивелирования общей длиной 213,7 тыс. км при среднем интервале времени между повторными нивелировками в разных регионах страны от 23 до 31 года. Выполнено по 298 полигонам уравнивание невязок скоростей СВДЗК, в 73% полигонов эти невязки лежали в пределах 5 мм/год. Исходными при уравнивании служили абсолютные скорости, полученные на уровнемерных постах на Азовском, Балтийском, Белом, Охотском, Черном, Японском морях, а также на море Лаптевых и Тихом океане. Для Европейской части и Кавказа значения скорости СВДЗК лежат в пределах от -7 (Предуралье) до $+13$ (Малый Кавказ) мм/год, причем средние квадратические погрешности определения скоростей почти всюду находятся в пределах 1,0–1,5 мм/год. Обширные равнинные области характеризуются небольшими отрицательными значениями скоростей порядка 1–3 мм/год. В работе по составлению карты скоростей СВДЗК Западной Сибири совместно с вычислительным цехом Предприятия N 8 ГУГК при СМ СССР принимали активное участие сотрудники лаборатории земной коры ИГиГ СО АН СССР,

внедрившие разработанную ими методику вычисления скоростей СВДЗП на территориях, покрытых редкой нивелирной сетью [8, 12, 13].

Локальные геодинамические явления преимущественно изучаются путем проведения традиционных геодезических наземных работ на специальных геодинамических полигонах (ГДП). Главная цель ГДП – выявление кинематических предвестников землетрясений как часть создаваемой в нашей стране службы их прогноза. Наряду с этим с каждым годом приобретали все большее значение изучение геодинамических явлений техногенного происхождения в зонах строительства и эксплуатации крупных гидроэлектростанций и других гидротехнических сооружений, добычи полезных ископаемых, прежде всего нефти и газа [14], использования подземных вод. Началом регулярных исследований локальных движений земной коры были ведущиеся с 40-х годов работы на Гармском полигоне ИФЗ АН СССР в Таджикской ССР. Повторные плановые и нивелирные измерения на этом полигоне позволили выявить надвиг зоны Памира на Тянь-Шань со средней скоростью 1,5–1,7 см/год, что согласуется с ожидаемым надвигом Индийской тектонической плиты на Евразийскую [15]. В дальнейшем институты союзной и республиканских академий наук организовали еще ряд ГДП в различных районах страны и к середине 70-х гг. создано более 50 геодинамических полигонов, расположенных в сейсмоактивных районах и на Камчатке, где изучаются деформационные процессы, связанные с вулканической деятельностью. Велись работы на нескольких ГДП в пределах Байкальской рифтовой зоны и на трассе БАМ, регионе с повышенной сейсмотектонической активностью. В число ГДП входят и техногенные полигоны в районах добычи и хранения газа, нефтяных и угольных разработок. Накоплен материал из многократных циклов измерений на ГДП, расположенных в районах крупных ГЭС. Четко зафиксированы деформации, отражающие как изменения нагрузки из-за сезонных колебаний уровней водохранилищ, так и более медленные процессы приспособления земной коры к изменившимся гидрогеологическим условиям [16].

На ряде техногенных полигонов уверенно определены деформации, связанные с добычей нефти и газа. На промысловых участках часты случаи искривления буровых скважин, разрывы нефтегазовых и водяных трубопроводов и другие разрушения различных линейных сооружений, в связи с чем появляется необходимость изучения деформаций земной поверхности геодезическими методами [14].

Основы системных исследований современных движений земной коры (СДЗК) были сформулированы в начале 60-х годов академиком В. А. Магницким, членами – корреспондентами наук СССР, Ю. Д. Буланже, Э. Э. Фотиади, В. В. Белоусовым, доктором технических наук А. А. Изотовым, доктором географических наук Ю. А. Мещеряковым, докторами геолого-минералогических наук А. Т. Донабедовым, Г. И. Каратаевым и другими. Главное звено системы заключалось в комплексировании различных методов наблюдений и комплексной интерпретации. Комплексный подход к решению данной проблемы получил дальнейшее развитие и широкое применение в связи с решением сложных

вопросов прогноза землетрясений и прогнозирования нефтегазоносности бассейнов на геодинамической основе. Общие принципы постановки геодинамических исследований с целью прогноза землетрясений разработаны Ю. А. Мещеряковым, А. А. Никоновым, А. К. Певневым и др., а с нефтепоисковыми целями – А. Т. Донабедовым, В. А. Сидоровым, Ю. О. Кузьминым и др. Накопленный к середине 80-х гг. прошлого столетия объем экспериментальной информации о СДЗК достаточно велик, но теоретические основы анализа и интерпретации временных рядов профильных и площадных геодезических наблюдений требуют еще дальнейшего усовершенствования. В этом направлении разработаны методы вычисления компонент деформаций земной поверхности по геодезическим данным, теоретические и методические основы оценки параметров СДЗК по результатам многомерных временных рядов геодезических наблюдений [17, 18]. При комплексной интерпретации данных о СДЗК все больше привлекаются результаты исследований смежных наук о Земле – структурной геологии, тектонофизики, геодезии, гравиметрии, астрономии, механики сплошных сред и др. (Н. И. Николаев, М. В. Гзовский, А. А. Никонов, В. А. Сидоров, В. В. Бузук, Ф. К. Тяпкин, В. П. Щеглов, Я. С. Яцкив, А. С. Григорьев, А. В. Михайлова и др.).

Вопрос о природе СДЗК представляет собой одну из важных геофизических проблем, к решению которой М. В. Гзовский и его последователи подошли с тектонофизических позиций [19]. Имеется несколько гипотез о природе СДЗК. Частично эти движения обусловлены экзогенными факторами, частично – пластическими течениями верхних осадочных толщ земной коры. Однако большей частью СДЗК имеют тектоническое происхождение и связаны с процессами в литосфере, астеносфере и других оболочках Земли, т. е. вызываются теми же причинами, что и динамика литосферы в масштабе геологических времен. Неоднородность земной коры по вертикали приводит к различному течению тектонических процессов в вертикальном разрезе: от плавных и объемных (на десятки и сотни километров) в нижней части земной коры до прерывистых, протекающих в значительно меньших объемах (первые десятки километров) в ее верхней части. В связи с этим характер смещений и деформаций существенно различается на разных горизонтах: от вязкого течения в нижней части коры до хрупкого разрушения в верхней. Основной особенностью процессов, вызывающих современные смещения земной поверхности, является следующая: чем глубиннее процесс, тем на большей площади и длительнее он проявляется. При этом скорости вертикальных движений, порождаемых подкоровыми процессами, малы и, видимо, не превышают 1,0–1,5 мм/год, а скорости, достигающие 5–10 мм/год и более, являются результатом процессов, происходящих в земной коре [20, 21].

Использование результатов геодезических измерений для изучения СДЗК Западной Сибири началось в 1950-х годах с работ А. Д. Панадиади, который проанализировал данные нивелировок, выполненных по Транссибирской магистрали в 1903–1912 и 1941–43 гг. на участке Барабинск–Новосибирск. При этом отмечено повышение отметок в пределах восточной части Барабы на

15–20 мм [22]. Позднее, в 1957 г., В. Г. Рихтер в [23] высказал свои сомнения по поводу обнаруженного поднятия Барабы. В 1961 г. Д. Н. Фиалков [24] сравнил результаты нивелирования 1903–1912 и 1941–1945 гг. по линии Челябинск–Омск–Новосибирск–Ачинск и выявил незначительное поднятие относительно Челябинска зоны Петропавловска, отставание района Омска и более значительное поднятие участка Барабинск–Новосибирск–Ачинск. В 1965 г. по данным повторного нивелирования линий Курган–Новосибирск (1903–1912, 1944–1945 гг.), Новосибирск–Семипалатинск (1932, 1955гг), Омск–Павлодар (1921, 1941 гг), Курган–Тургай–Иргиз (1941, 1953гг.) Д. Н. Фиалковым [25] была составлена схема вертикальных движений южной части Западно–Сибирской плиты. Природа выявленных движений связывается им с отрицательными волнами геоида. К анализу этих же линий обращалась В. А. Матцкова [26], пришедшая к выводу о непригодности результатов нивелирования 1903–1912 гг. для изучения современных движений. Подобное заключение было сделано и исследователями ИГиГ СО АН СССР [27].

Результаты двух нивелировок I класса по линии Новосибирск–Барнаул–Семипалатинск (1932 и 1955гг.) использованы Ю. А. Мещеряковым [28] для изучения тектонических движений Алтая. Этими исследователями показано, что интенсивность унаследованного поднятия Приобского плато в современную эпоху выше скорости унаследованного поднятия отрогов Салаира.

Выполненный Л.М. Кнуренко, И.М. Батугиной и др. [29] анализ результатов повторного нивелирования линий Новосибирск–Ачинск (1942, 1963 гг.), Новосибирск–Барнаул (1932, 1955 гг.), Алтайская–Бийск (1932, 1970гг.), Ачинск–Абакан (1931, 1950 гг.), Безменово–Бачатский (1939, 1970 гг.), Кемерово–Новокузнецк–Кондома (1953, 1971 гг.), Бийск–Аскиз (1933, 1971 гг.) позволил сделать вывод о том, что графики скоростей СВДЗК четко отражают структурные элементы далеко не по всем указанным линиям. Позднее эти линии повторного нивелирования были использованы при составлении схематической карты современных движений Кузбаса.

Исследования по проблеме "Современные движения земной коры" в Сибирском отделении АН СССР начаты в середине 60-х годов. С этой целью под руководством члена - корреспондента АН СССР Э. Э. Фотиади и доктора геолого-минералогических наук Г. И. Каратаева, доктора технических наук В. К. Панкрушина при непосредственном участии одного из авторов был создан Байкальский геодинамический полигон (Ангинско–Селенгинский профиль, пересекающий южную часть оз. Байкал и зону сочленения Сибирской платформы и Байкальской рифтовой зоны), на котором проводился комплекс геодезических, гравиметрических и магнитометрических измерений. Изучение деформаций земной поверхности геодезическим методом велось в двух направлениях: а) определение пространственно-временных характеристик современных деформаций крупных регионов Сибири (зона сочленения Сибирской платформы и Байкальской рифтовой зоны) и б) систематические измерения на геодинамических полигонах, созданных в последующие годы в районах Северо-Муйского

тоннеля Байкальской рифтовой зоны, на Алтае, в Горной Шории и Казахстане на Танатарском соляном куполе [30, 31].

Данные повторных геодезических измерений при разведке и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири стали использоваться в конце 70-х – начале 80-х годов. С этой целью создаются специальные "нефтегазогеодинамические" полигоны, на которых в комплекс геологопоисковых работ включены геодинамические исследования [31].

Первые количественные данные о современных движениях Восточной Сибири появились в 1928 г. после выполнения Военно-топографическим управлением в 1906 и 1928 гг. двух нивелировок вдоль Кругобайкальской железной дороги. Отмечены положительные вертикальные смещения Маритуя на 171,3 мм, Култука на 202,6 мм и в районе Мишихи – опускание на 190,7 мм [32]. Эти данные позднее подверглись критике В.П. Солоненко, который после сравнения результатов нивелировок 1928 и 1937–1943 гг. на участке станций Михалево и Мысовая высказал мысль о неравномерном характере современных вертикальных движений в районе оз. Байкал: периоды быстрых движений могут сменяться периодами относительного покоя. Наиболее надежные сведения о современной геодинамике Байкальской рифтовой зоны получены после уравнивания общей высотной сети страны (1985г.). Анализ этих данных о современных вертикальных движениях Саяно-Байкальской области, выполненный Г.Ф. Уфимцевым [33] и Н.Г. Ворониной, подтвердил высокую дифференцированность тектонических движений и сложные соотношения современных движений с новейшими.

Все перечисленные выше исследователи рассматривали геодезические данные с целью установления связи современных вертикальных движений, в основном, с неотектоническими движениями, что имеет принципиальное значение для понимания природы тектонических процессов в земной коре и верхней мантии.

Основу геодинамических исследований, выполняемых ИГиГ СО АН СССР на территории Сибири, составили более надежные данные о современных вертикальных движениях, полученные после выполнения Главным управлением геодезии и картографии повторного высокоточного и точного нивелирования за период 1940–1980 годов, а также непосредственные измерения на геодинамических полигонах ИГиГ СО АН СССР, позволившие определить скорости СВДЗП, оценить их пространственно-временные характеристики и выполнить их тектонофизическую интерпретацию [34–35].

Геодинамические исследования геодезическими методами предприятия ГУГК СССР стали развиваться в Восточной Сибири в середине 80-х гг. [38]. Семь геодинамических полигонов (ГДП) расположены вдоль БРЗ и ОСЗ: Тункинский – в юго-западной части БРЗ, Баргузинский – в центральной части, Северо-Муйский, Удоканский и Кондинский – группируются в северо-восточной части вдоль трассы БАМ. В районе границы между БРЗ и ОСЗ, в среднем течении реки Олекмы, действовал Олекминский ГДП. Самый восточный, Южно-Якутский ГДП, расположен в верховьях реки Тимптон. Он находится в зоне воздействия «станового»

поля напряжений. Эти последние два ГДП также приурочены к трассам БАМ и Малого БАМ [39].

Выбор местоположения ГДП и даже расположения геодезических пунктов выполнялся при активном участии специалистов и ученых Института земной коры в Иркутске (ИЗК СО АН СССР). Это обусловило высокую эффективность и информативность исследований на сравнительно небольших геодезических построениях, используемых для определения относительных смещений типичных для БРЗ структур – рифтовых впадин, хребтов и межвпадинных перемычек.

Типичный ГДП для БРЗ строился из небольшой линейно-угловой сети, при минимуме пунктов в которой обеспечивался контроль движений во впадине и на горных склонах, затем более обширной нивелирной сети, линии которой пересекали основные структуры изучаемой территории. На самых активных разломах создавались локальные построения. Плановая локальная сеть – это малый геодезический четырехугольник (МГЧ) с диагоналями, по два пункта которого расположены по разные стороны разлома. Локальная нивелирная линия пересекала разлом; репера на ней располагались чаще, чем на основных нивелирных линиях. На Байкальских ГДП эти линии назывались сериями (реперов) [39].

Краткий обзор состояния проблемы изучения современной геодинамики Сибири по геодезическим данным естественно не мог охватить всего разнообразия полученной информации, но уже из приведенного очевидно, что выполненный комплекс сложных, трудоемких и дорогостоящих геодезических работ и их результаты в виде различных количественных характеристик СВДЗП представляют собой фундаментальную основу для решения многих важных научных проблем геологии, геофизики и геоморфологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карпик А. П., Каленицкий А. И., Соловицкий А. Н. Новый этап развития геодезии – переход к изучению деформаций блоков земной коры в районах освоения угольных месторождений // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 3 (23). – С. 3–9.
2. Современная геодинамика Дальнего Востока по результатам геофизических и геодинамических измерений / В. Ю. Тимофеев, Д. Г. Ардюков, В. М. Соловьев, С. В. Шибяев, А. Ф. Петров, П. Ю. Горнов, Н. В. Шестаков, Е. В. Бойко, А. В. Тимофеев // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 30–36.
3. Колмогоров В. Г. Теоретические основы изучения современных деформаций земной поверхности // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 2. – С. 9–13.
4. Дорогова И. Е., Дербенев К. В. Глобальные вихревые движения блоков земной поверхности // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 1. – С. 244–247.
5. Буланже Ю.Д., Никонов А.А. Современные движения земной коры // Вестник АН СССР. – 1973. № 9. – С 72–81.
6. Современная динамика литосферы континентов/ Под ред Н.А. Логачева. ВС. Хромовских. – М.: Наука, 1989. – 200 с.

7. Геодезическая основа карты современных вертикальных движений земной коры территории СССР в масштабе 1:5 000 000. М.: ГУГК, 1989. – 45 с.
8. Карта современных вертикальных движений земной коры по геодезическим данным на территорию СССР (СВДЗК). Масштаб 1: 5 000 000/ по ред. Л.А. Кашина. – М.: ГУГК СМ СССР, 1989. – 54 с.
9. Зверев А.Т. Проблемы эволюции формы геоида// Изв. вузов. «Геод. и аэроф.». 1988. 3. – С. 44–47.
10. Прилепин М.Т. Спутниковые методы// Современная динамика литосферы континентов. Методы изучения. – М.: Наука – 1989. – 100–111.
11. Изотов А.А. О геодезических методах изучения земной коры // Изв. Вузов. «Геод. и аэрофот.» – 1963. Вып. 17. – С. 5–10.
12. Вопросы методики составления и интерпретации карты скоростей современных вертикальных движений южной части Западной Сибири / Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П., Ананченко Н.М., Киреева Г.М., Кривошеин В.И., Смирнова Л.Д. // Современная геодинамика литосферы Сибири. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1986. – С. 149–163.
13. Составление карты скоростей современных вертикальных движений земной коры Западно-Сибирской плиты / Фотиада Э.Э., Лазаренко В.А., Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П. и др. // Современные движения земной коры. Морфоструктуры, разломы, сейсмичность. – М.: Наука, 1987. – С. 72–76.
14. Сидоров В.А., Кузьмин Ю.О. Современные движения земной коры осадочных бассейнов. – М.: Наука, 1989. – 182 с.
15. Кучай В.К. Современная динамика Земли и орогенез Памиро-Тянь-Шаня. – М.: Наука, 1983. – 208 с.
16. Современные вертикальные движения, изостазия и плотностная неоднородность литосферы Южной Сибири / Фотиада Э.Э., Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П., Ладунин А.В., Тычков С.А. // Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. – М.: Наука, 1980. – С 45–51.
17. Есиков Н.П. Современные движения земной поверхности с позиций теории деформации. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – 236 с.
18. Панкрушин В.К. Панкрушин В.К., Васильев Е.А. Оперативная обработка и интерпретация многомерных временных рядов геодезических наблюдений современных движений земной коры// Вулканология и сейсмичность ДВ АН СССР. – 1985, № 6. С. 89–90.
19. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. – М.: Наука, 1975. – 533 с.
20. Артюшков Е.В. Геодинамика. – М.: Наука, 1979. – 326 с.
21. Магницкий В.А. Физическая природа некоторых типов вертикальных движений земной коры // Современные движения земной коры. – Тарту: АН ЭССР, 1985. – № 2. – С. 47–52.
22. Панадиади А.Д. Барабинская низменность. М.: Недра, 1953. – 236 с.
23. Рихтер В.Г. Об оценке метода повторного нивелирования при изучении современных тектонических движений// Бюл. МОПИ. Отдел геол. – 1957. – Т. 32, № 2. – С. 105–120.
24. Фиалков Д.Н. Применение геодезических методов при изучении движений земной коры в Западной Сибири.//Тр. СНИИГГиМС, Мин. геологии и охраны недр СССР. – Л., 1961. – Вып. 7. – С. 94–100.
25. Фиалков Д.Н. Достоверность вертикальных движений земной коры Западной Сибири//Современные движения земной коры. – Тарту: АН ЭССР, 1965. – № 2. – С. 309–314.
26. Матцкова В.А. О природе современных движений и качественной характеристике кривой скоростей движений // Современные движения земной коры. – Тарту: АН ЭССР, 1965. – № 2. – С. 233–234.
27. Колмогоров В.Г, Колмогорова П.П. Особенности проявления современных движений земной коры Сибири // Методика и результаты комплексных исследований земной коры Сибири. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1981. – С. 13–19.

28. Мещеряков Ю.А. Рельеф и современная геодинамика. Избранные труды. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
29. Кнуренко Л.М. Карта современных движений земной коры Кузбасса // Современные движения земной коры. – Новосибирск: Наука, 1978. – С. 30–33.
30. Байкальский геодинамический полигон. Методика исследований и первые результаты изучения современных движений земной коры / Э.Э. Фотиади, Г.И.Каратаев, В.Г. Колмогоров и др.; под ред. Э.Э. Фотиади. – Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1970. – 175 с.
31. Современная геодинамика и нефтегазоносность / В.А.Сидоров, М.В. Багдасаров, С.В. Антанасян и др. – М.: Наука, 1989. – 200 с.
32. Афанасьев А.Н., Гречищев Е.К. К оценке современных тектонических движений на Байкале по данным наблюдений за его уровнем // Тр. ин-та. – Вост. Сиб. геолог. Институт СО АН СССР. – 1959. – Вып. 2. – С 32–37.
33. Уфимцев Г.Ф. Морфотектоника Байкальской рифтовой зоны. – Новосибирск: Наука, Сиб. отделение, – 1992. – 215 с.
34. Современные деформации приповерхностной части земной коры Байкальской рифтовой зоны и сопредельных территорий / Фотиади Э.Э., Есиков Н.П., Колмогоров В.Г. и др. // Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. – М.: Наука, 1980. – С.119–124.
35. Современные вертикальные движения, изостазия и плотностная неоднородность литосферы Южной Сибири. / Фотиади Э.Э., Колмогоров В.Г., Колмогорова П.П., Ладынин А.В., Тычков С.А. // Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. – М.: Наука, 1980. – С.45–51.
36. Kolmogorov V.G., Kolmogorova P.P. Some results from studying recent crustal movements in the Baikal rift zone//Tectonophysics, 1978. V.45. № 1. P. 101–105.
37. Kolmogorova P.P. and Kolmogorov V.G. Recent vertical crustal movements in the region of Yenisei Ridge//Geology and Geophysics. Vol. 45, № 4, pp. 455–464, 2004.
38. Геодезические методы изучения деформаций земной коры на геодинамических полигонах. – М.: ЦНИИГАиК, 1985. – 112 с.
39. Серебрякова Л.И. Геодинамические исследования/ Научно-технический сборник по геодезии. – М.: ФГУП «ЦНИИГАиК», 2011. – 150 с.

© В. Г. Колмогоров, В. И. Дударев, 2015

МЕТОДЫ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАСЧЕТА ОСАДОК ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ

Ольга Александровна Коробова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет, 630008, Россия, г. Новосибирск, ул. Ленинградская, 113, доктор технических наук, профессор кафедры ИГОФ, e-mail: oakorobova@mail.ru

Любовь Александровна Максименко

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры геоматики и инфраструктуры недвижимости, e-mail: maksimenko_la@mail.ru

Рассматривается методика расчета грунтовых оснований существующих и дополнительно возводимых фундаментов, а также проектирование оснований фундаментов эксплуатируемых зданий при реконструкции с учетом деформационной анизотропии грунтов.

Ключевые слова: осадка фундамента, напряженно-деформированное состояние грунтового основания, деформационная анизотропия, методика расчета грунтовых оснований.

TECHNIQUES FOR IMPROVING GROUND BASE SETTLEMENT CALCULATION

Olga A. Korobova

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, 630008, Russia, Novosibirsk, 113 Leningradskaya St., Ph. D., Prof., Department of Engineering Geology, Basements and Foundations, e-mail: oakorobova@mail.ru

Lyubov A. Maksimenko

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., Department of Geomatics and Property Infrastructure, e-mail: maksimenko_la@mail.ru

Techniques for ground base calculations are considered. They involve existing foundations and those to be built as well as design of basements for buildings under reconstruction taking into account strain anisotropy of the soil.

Key words: foundation settlement, ground base mode of deformation, strain anisotropy, techniques for ground base calculations.

Большие масштабы строительства в нашей стране, а также связанные с этим капитальные затраты выдвигают на первый план проблему снижения их стоимости. В связи с этим расчеты конструкций, подтверждающие соответствие условиям надежной эксплуатации должны быть достоверными и исключать излишние запасы прочности, влекущие за собой неоправданный перерасход строительных материалов. В теории расчета строительных конструкций объектов достигнуты определенные успехи, но некоторые вопросы остаются пока недостаточно проработанными для их практического применения. Отсут-

ствуют или мало освещены рекомендации по расчету некоторых видов строительных конструкций, в связи с чем проектировщики нередко испытывают трудности и вынуждены прибегать к различным приближенным, недостаточно обоснованным методам расчета. В результате этого конструкции принимаются, как правило, с избыточным запасом надежности и становятся более материалоемкими, а иногда, вследствие неточности расчетов, недостаточно надежными, что приводит к сокращению их долговечности, а иногда и к аварийным последствиям. [1]. Методика расчета грунтовых оснований существующих и дополнительно возводимых фундаментов, а также проектирование оснований фундаментов эксплуатируемых зданий при реконструкции с увеличением нагрузок определена в соответствии с СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений». Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.

В общем деле повышения эффективности строительства существенно важным является совершенствование методов проектирования оснований и фундаментов, стоимость устройства которых может достигать до 20—30% стоимости зданий и сооружений. Сложность инженерно-геологической обстановки площадок строительства, уникальность и масштабность современных сооружений, повышение технологических нагрузок и этажности зданий требуют возможно полного учета свойств грунтов оснований, что можно обеспечить только при использовании новейших достижений в области механики грунтов, горных пород и численных методов расчета.

В последние 20-30 лет экспериментальными исследованиями неоспоримо доказано, что одной из существенных и общих особенностей скальных и не-скальных пород и грунтов является анизотропия их свойств [2]. В связи с этим авторами предлагается усовершенствование методики расчета осадков оснований фундаментов в условиях реконструкции, которая позволяет более полно учесть фактические свойства грунтов, обладающих как показывают многочисленные исследования, как у нас в стране, так и за рубежом, свойством деформационной анизотропии.

Проведены экспериментальные и теоретические исследования по выявлению и оценке напряженно-деформированного состояния анизотропных грунтовых оснований, целью которых явилось создание практического метода расчета деформаций грунтовых оснований, позволяющий учесть их деформационную анизотропию в расчетах.

На первом этапе при оценке инженерно-геологических условий необходимо определить модули деформации грунтов по двум взаимно перпендикулярным направлениям. Для определения деформируемости грунтов по взаимно перпендикулярным направлениям пробы грунта необходимо отбирать при вертикальном и боковом положении колец (по шесть проб в каждом случае). Исследования грунтов естественного сложения были проведены по стандартным методикам [3] в уплотнителях системы "Гидропроект". Исследование деформационной анизотропии грунтов, имеющих структуру, сформированную простой отсыпкой, уплотнением виброванием или трамбованием было проведено в при-

боре трехслойного сжатия (ПТС системы А.Л. Крыжановского) с независимым регулированием переменных величин главных напряжений.

Полученные в экспериментах значения деформаций образцов грунта в вертикальном и горизонтальном направлениях были использованы для оценки деформационной анизотропии грунтов. При анализе полученных результатов оказалось возможным оценить степень деформационной анизотропии грунтов показателем анизотропии $\alpha = s_x/s_z = \varepsilon_x/\varepsilon_z$; где s_z и s_x , ε_z и ε_x – абсолютные и относительные деформации в вертикальном и горизонтальном направлении соответственно, а для грунтов, испытанных в приборе трехосного сжатия эта оценка была проведена по отношению s_x/s_y (по взаимно перпендикулярным горизонтальным направлениям y и x). Показатели анизотропии α исследованных видов грунта изменились от 0,5 до 2,1, т.е. практически ощутимо.

Из вышесказанного следует, что модули деформации E_z и E_x можно определять известными методами (СНиП 2.02.01–83* [4]). Показатель деформационной анизотропии $\alpha = E_z/E_x = \varepsilon_x/\varepsilon_z$ устанавливается по результатам компрессионных испытаний стандартных образцов грунта, вырезанных из монолита или непосредственно в месте отбора проб грунта по вертикальному и горизонтальному направлениям; ε_x и ε_z – относительные деформации образцов грунта в условиях невозможности бокового расширения при отборе образцов в горизонтальном и вертикально направлениях соответственно. Значения ε_x и ε_z можно определить также испытаниями образцов в стабилометре. Значения коэффициента Пуассона ν_{yx} в расчетах н.д.с. анизотропной полуплоскости (слоя) для различных грунтов рекомендуется принимать табличными и равными для песков – 0,25; супесей – 0,30; суглинков – 0,35 и глин – 0,40.

Напряженное и деформированное состояние трансверсально-изотропной полуплоскости (слоя) рекомендуется устанавливать по результатам расчетов, выполненных методом конечных элементов по любым существующим в настоящее время программным комплексам, по которым можно получить картину напряженно-деформированного состояния грунтовых оснований (COSMOS, COSMOSM, ANSYS, PLAXIS и др.) при известных значениях модулей деформации грунтовой среды E_z и E_x по вертикальному и горизонтальному направлениям соответственно; коэффициентах Пуассона ν_{yx} и ν_{xz} в предположении $\nu_{yx} = \nu_{xz}$, где первый параметр характеризует боковое расширение грунта в плоскости изотропии (в горизонтальной плоскости xy), а второй – расширение в вертикальном направлении от нормальных горизонтальных напряжений; модуле сдвига G_{xz} в вертикальной плоскости деформирования; величина $\nu_{zx} = \nu_{xz} (E_z / E_x)$.

При сравнении полученных результатов расчета напряженно-деформированного состояния однородно-анизотропных и изотропных оснований в виде слоев различной мощности и полуплоскости оказалось возможным простым способом учесть деформационную анизотропию грунтов основания при помощи коэффициентов влияния анизотропии грунта. Эти коэффициенты показывают, какую долю от напряжения в изотропной среде составляют соответ-

ствующие напряжения в анизотропной. Значения коэффициентов вычисляются по формулам:

$$\begin{aligned} K_{\alpha} &= \sigma_{z\alpha} / \sigma_z \\ K_{\alpha}' &= \sigma_{x\alpha} / \sigma_x. \end{aligned} \quad (1)$$

где K_{α} и K_{α}' – поправочные коэффициенты влияния анизотропии грунта;
 $\sigma_{z\alpha}$ и $\sigma_{x\alpha}$ – вертикальные и горизонтальные напряжения для анизотропной среды;

σ_z и σ_x – то же, для изотропной.

Напряжения $\sigma_{z\alpha}$ и $\sigma_{x\alpha}$, σ_z и σ_x вычислены для характерных точек грунтового массива, расположенных на центральной и угловой вертикалях загруженного участка поверхности.

Поправочные коэффициенты влияния анизотропии грунта можно применять для корректировки величин осадок фундаментов, рассчитанных любым из существующих в настоящее время методов.[4]

Полученные данные [3], [5], [6] достаточны для расчета осадок фундаментов, расположенных на поверхности полуплоскости или слоев различной мощности. Для удобства практического использования коэффициентов K_{α} и K_{α}' они вычислены для средин горизонтальных слоев, назначаемых под подошвой фундамента по СНиП 2.02.01-83*[4] через $0,4b$ (b – ширина загруженного участка основания, равная ширине подошвы фундамента).

В случае необходимости нетрудно провести интерполяцию значений K_{α} и K_{α}' как по показателю α , так и по глубине расположения точек, в которых вычисляются значения напряжений $\sigma_{z\alpha}$ и $\sigma_{x\alpha}$. Коэффициенты, определяемые для точек угловой вертикали, необходимы для расчета осадок с учетом влияния нагрузок от соседних фундаментов. Значения горизонтальных напряжений σ_x и $\sigma_{x\alpha}$ применяются для расчета осадок более строгими методами, в которых учитывается возможность боковых деформаций грунта основания.

Влияние заглубления фундамента может быть учтено введением в расчет дополнительных напряжений от равномерной нагрузки на условной поверхности основания с интенсивностью, равной природному давлению грунта $\sigma_{zg,0}$ на уровне подошвы фундамента.

Полученные расчетам результаты позволяют усовершенствовать метод послойного суммирования деформаций, разработанный на основе рекомендуемого нормами метода.

Усовершенствование метода заключается в учете деформируемости грунта по вертикальному и горизонтальному направлениям при действии вертикальных $\sigma_{zp, \alpha}$ и горизонтальных $\sigma_{xp, \alpha}$ дополнительных напряжений, рассчитываемых для точек полуплоскости, которые расположены на центральной вертикали посредине слоев h_i , предусмотренных формулой:

$$s = \sum \varepsilon_{z,i} \cdot h_i, \quad (2)$$

где $\varepsilon_{z,i} = \frac{\sigma_{zp,i,\alpha}}{E_z} (1 - \nu_{xy} \cdot \nu_{zy}) - \frac{\sigma_{xp,i,\alpha}}{E_x} (1 + \nu_{xy})$.

Наиболее просто влияние анизотропии можно учесть по формуле путем корректировки только напряжений $\sigma_{zp,i}$, т.е. по формуле:

$$s = \beta \sum \sigma_{zp,i,\alpha} \frac{h_i}{E_{z,i}} \quad (3)$$

При этом точность расчета осадок несколько снижается.

Толщина h_i и количество n слоев принимается в соответствии со СНиП 2.02.01-83*; значения ν_i – табличные, в соответствии с п. 7.2.1 и 7.2.3.

Дополнительные напряжения вычисляются по зависимостям:

$$\sigma_{zp,i,\alpha} = \sigma_{zp,i} \cdot K_\alpha$$

$$\sigma_{xp,i,\alpha} = \sigma_{xp,i} \cdot K'_\alpha$$

$$\sigma_{zp,i,\alpha}^y = \sigma_{zp,i}^y \cdot K_\alpha^y$$

$$\sigma_{xp,i,\alpha}^y = \sigma_{xp,i}^y \cdot K_{\alpha'}^y,$$

где σ_{zp} (σ_{zp}^y) и σ_{xp} (σ_{xp}^y) в соответствующих точках i изотропной полуплоскости определяются по имеющимся решениям для линейно-деформируемой среды;

K_α (K_α^y) и K'_α ($K_{\alpha'}^y$) – коэффициенты влияния анизотропии грунта для характерных точек центральной и угловой вертикалей.

Значения K_α (K_α^y) и K'_α ($K_{\alpha'}^y$) получены путем сопоставления соответствующих напряжений, рассчитанных методом конечных элементов при $\alpha = 1$ и $\alpha \neq 1$.

Применение изложенной методики расчета осадок фундамента целесообразно при реконструкции, а также для расчета осадки слоя конечной мощности.

Установлено также, что в тех случаях, когда основание имеет показатель деформационной анизотропии $\alpha < 1$, значения расчетного сопротивления грунта основания R увеличиваются, что приводит к уменьшению размеров подошвы фундаментов и к получению известного экономического эффекта, и, наоборот, при $\alpha > 1$ требуется увеличение размеров подошвы по сравнению с установленными по СНиП 2.02.01-83* "Основания зданий и сооружений". Исследования показали, применение изотропной модели для расчетов грунтовых оснований приводит к искажению действительной картины н.д.с. основания.

Влияние деформационной анизотропии на величину прогнозируемых осадок при слабо выраженной анизотропии обычных грунтов оценивается величиной, достигающей 10-40% от расчетной осадки фундамента, расположенного на изотропном основании. Полученные данные можно использовать в расчетах

оснований по деформациям при надстройке зданий и сооружений, принимая во внимание, что для анизотропных грунтов показателем анизотропии $\alpha < 1$ расчет по методике СНиП 2.02.01-83* не учитывающей анизотропию, приводит к завышенным значениям осадок, а также при таких способах усиления фундаментов, как уширение подошвы фундамента, устройства обойм, рубашек, наращиваний и т.п. Для грунтов, характеризующихся показателями анизотропии $\alpha > 1$, традиционный расчет дает уменьшение значения осадок, и если учесть, что для таких грунтов особенно велико влияние деформационной анизотропии, т.к. это, как правило, грунты, имеющие слоистую или столбчатую текстуру, то пренебрегать этим фактом при реконструкции недопустимо. Деформационную анизотропию необходимо учитывать и при переустройстве столбчатых фундаментов в ленточные, а также при пересадке фундаментов на сваи, т.к. все вышеизложенное справедливо и для расчета свайных фундаментов и их оснований по деформациям. Обязателен учет деформационной анизотропии и при расчете осадки фундаментов при возведении нового здания около существующего, т.к. для слабых грунтов основания увеличение расчетной осадки за счет учета деформационной анизотропии может оказаться недопустимо большим, особенно с точки зрения неравномерности осадок соседних фундаментов.

Вывод: Предлагаемый практический метод учета деформационной анизотропии может быть рекомендован для внедрения в практику проектирования фундаментов строящихся, реконструируемых и восстанавливаемых зданий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рыбин В. С. Проектирование фундаментов реконструируемых зданий / В. С. Рыбин. – М. : Стройиздат, 1990. – 296 с.
2. Бугров А. К., Голубев А. И. «Анизотропные грунты и основания сооружений». — СПб.: Недра, 1993. – 245 с.
3. Коробова О.А., Бирюкова О.А. Лабораторные исследования деформационной анизотропии грунтов при инженерно-геологических изысканиях // Инженерные изыскания.- М.- 2012. - №6. – С.24-32.
4. СНиП 2.02.01–83*. Основания зданий и сооружений. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 48 с.
5. Korobova O.A., Maksimenko L.A On the question of calculation Models formation in research of anisotropy foundations – Proceedings of the Kazakhstan-Japan Joint geotechnical Seminar (2-3 August), Astana, 2001.
6. Максименко Л.А. Наблюдения за осадками зданий в эксплуатационный период // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 4 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. Т. 4. – С. 192–195.

© О. А. Коробова, Л. А. Максименко, 2015

СОПОСТАВЛЕНИЕ СПОСОБОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ТЕРРИТОРИИ

Любовь Николаевна Калюжина

МБОУ «Технический лицей при СГУГиТ», 630108, Россия, г. Новосибирск ул. Плахотного, 10, учитель высшей категории, тел. (913)773-80-16, e-mail: Lkalujina@mail.ru

Виктор Анатольевич Калюзин

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой геоматики и инфраструктуры недвижимости, тел. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Анастасия Николаевна Сачкова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, студентка 5-го курса, тел. (913)469-15-50, kaza4ka_92@mail.ru

Выполнен обзор и сопоставление способов определения географического центра территорий, а также даны рекомендации по их применению.

Ключевые слова: территория, географический центр, способ, сопоставление, рекомендации.

DETERMINATION OF GEOGRAPHICAL CENTRE OF TERRITORY: COMPARISON OF TECHNIQUES

Lyubov N. Kalyuzhina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Teacher, Technical lycée, tel. (913)773-80-16, e-mail: Lkalujina@mail.ru

Victor A. Kalyuzhin

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Ph. D., Assoc. Prof., head of the Department of Geomatics and Property Infrastructure, tel. (952)907-19-83, e-mail: kaluzhin@mail.ru

Anastasia N. Sachkova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Student, tel. (913)469-15-50, e-mail: kaza4ka_92@mail.ru

Techniques for determination of territorial geographic centres are analyzed and compared. Recommendations on their application are given.

Key words: territory, geographical centre, technique, comparison, recommendation.

Каждый регион и каждый населенный пункт, как обособленная хозяйствующая самостоятельная единица характеризоваться не только границами и площадью, но и географическим центром [4, 5, 6].

Наличие закрепленного на местности географического центра повышает привлекательность региона и населенных пунктов.

Географический центр может привязываться к ближайшему населённому пункту. В случае отсутствия населенного пункта, центр определяется приблизительно. Нередко на месте географического центра ставится памятный знак.

Так по расчетам Менделеева Д.И. еще в 1890 годах в Российской империи был установлен Памятный знак в междуречье Оби и Енисея.

Для территории СССР географический центр был рассчитан доктором технических наук, участником Научно-спортивной экспедиции П. Бакутом в 1974 году, и в июне того же года зафиксирован на местности в истоках реки Поколька, левого притока реки Таз.

В начале 90-х годов прошлого века группа ученых по заданию Научно-спортивной экспедиции имени Ивана Папанина определила местоположение географического центра. По расчетам получилось, что центр России находится в Эвенкийском районе Красноярского края на юго-восточном берегу озера Ви-ви, в точке с координатами: $66^{\circ}25'$ и $94^{\circ}15'$. На этом месте установили семиметровую стелу с двуглавым орлом наверху (торжественно открыт 27 августа 1992 года). После присоединения Крыма центр сместился на несколько метров. Сейчас он обозначен новым геодезическим знаком.

Кроме этого географический центр региона или крупного населенного пункта может быть использован в качестве собственного астрономо-геодезического пункта со своим положением на поверхности Земли. Географический центр может служить для закрепления начала координат местной координатной системы, иметь практическую значимость для координатной привязки создаваемых планов и карт, проведения работ по межеванию земель, инженерных изысканий и решения других практических задач [8].

Слово «центр» происходит от латинского слова *centrum* – это середина круга.

В толковом словаре под геометрическим центром понимается точка в геометрической фигуре, которая получается пересечением линий (осей или плоскостей) и он одинаково удален от краев, концов контура фигуры [3, 7].

В физике уникальное свойство центра заключено в сбалансированности этой точки массы тела и называют центром тяжести тела (фигуры). При однородности тела центр тяжести преобразовывается в геометрический центр.

В географическом смысле под геометрическим центром понимается срединная и главная часть региона, страны города, села и т.д. [3].

В Википедии устанавливается тождественность между географическим и геометрическим центром территории. Также объединяются вышеизложенные определения географического центра, но вводится важный аспект - учет кривизны Земли при определении геометрического центра. Этот аспект был введен Менделеевым Д.И. при определении центра Российской Империи [9].

В геоинформатике под географическим центром понимается медианный центр – центроид полигона [2].

Авторы в [8] предложили под географическим центром территории понимать единственную точку территории, в которой достигается баланс характери-

стик геометрической относимости частей территории, которая оборудована необходимыми атрибутами и техническими средствами.

Таким образом, географический центр территории имеет важное значение как в теоретическом, так и в познавательном аспекте. И под этим термином понимают срединную, равноудаленную от границ территории точку, которая закрепляется на месте специальным знаком.

Для определения географического центра участка территории (населенного пункта) разработан ряд способов.

В зависимости от формы представления контура границы территории все способы определения географического центра (центра) можно подразделить на непрерывные и дискретные.

Если территорию представить ограниченную линиями в виде функций $f_1(x)$ и $f_2(x)$, которые непрерывны на отрезке $[a, b]$. Тогда координаты центра криволинейной трапеции с равномерно распределенной массой (поверхностная плотность равна 1) и площадью S можно вычислить следующим образом [8]:

$$X_{\text{ц}} = \frac{1}{S} \int_a^b (f_1(x) - f_2(x)) dx; \quad (1)$$

$$Y_{\text{ц}} = \frac{1}{2S} \int_a^b (f_1^2(x) - f_2^2(x)) dx;$$

где S – площадь территории; $f_1(x)$ и $f_2(x)$ – уравнения, соответственно, верхней и нижней части контура границы территории; a и b – абсциссы крайней западной и восточной точек границы территории.

Широкое распространение на практике получили способы, где контур границы территории представляют в дискретной форме. И здесь можно выделить следующие способы:

1) центр определяется как точка пересечения отрезков, попарно соединяющих самую западную и самую восточную точки территории, и самую северную и самую южную точку территории [9];

2) центр территории определяется как центр описанного четырехугольника территории, т.е. как середина между двумя крайними точками территории [1],

$$X_{\text{ц}} = \frac{X_{\text{min}} + X_{\text{max}}}{2}; \quad (2)$$
$$Y_{\text{ц}} = \frac{Y_{\text{min}} + Y_{\text{max}}}{2};$$

где X_{min} , X_{max} , Y_{min} , Y_{max} – координаты левого нижний (юго-западного) и правого верхнего (северо-восточного) углов описанного четырехугольника территории.

Здесь и в дальнейшем под абсциссой X понимается долгота, а под ординатой Y – широта;

3) координаты центра территории определяют как среднее значение координат вершин контура границ территории [2],

$$X_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad Y_{ц} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}, \quad (3)$$

X_i, Y_i - координаты вершин контура границы территории, n – количество вершин в контуре границ территории;

4) этот способ был предложен В.А.Ащеуловым [1]. И он основан на разбиении территории в пределах ее границ на систему ячеек и расчету суммы расстояний C_i (4) до вершин контура границы территории от соответствующих узловых точек системы ячеек (рис. 1).

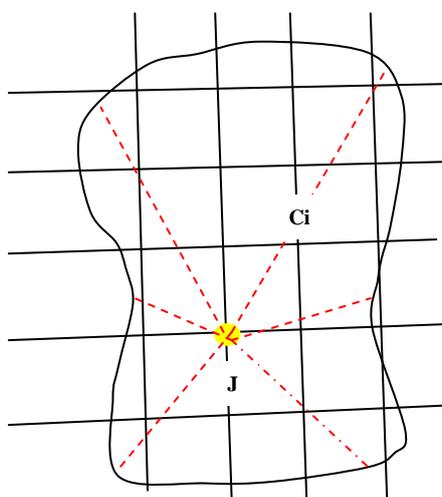


Рис. 1. Узловые точки системы ячеек территории

Расстояние C_i представляет собой гипотенузу прямоугольного сферического треугольника, катетами которого служат разности $X_i - X_{цj}$ и $Y_i - Y_{цj}$,

$$C_i = \arccos(\cos(X_i - X_{цj})\cos(Y_i - Y_{цj})), \quad (4)$$

где $X_{цj}, Y_{цj}$ – координаты j узловой точки системы ячеек; X_i, Y_i - координаты вершин контура границы территории.

И выбор центра в той или иной из узловых точек системы ячеек выполняется тогда, когда достигается минимум значения суммы C_i ,

$$\{\sum_{i=1}^n C_i\} = \min, \quad (5)$$

i – порядковый номер вершины контура границы территории; n – количество вершин в контуре границы территории;

5) при определении центральной, репрезентативной точки (центроида) полигона в геоинформационных системах с площадью S вычисляют по следующим формулам [2]:

$$\begin{aligned} X_{\text{ц}} &= \sum \left(\frac{(Y_i - Y_{i+1})(X_i^2 + X_i X_{i+1} + X_{i+1}^2)}{6S} \right); \\ Y_{\text{ц}} &= \sum \left(\frac{(X_i - X_{i+1})(Y_i^2 + Y_i Y_{i+1} + Y_{i+1}^2)}{6S} \right); \end{aligned} \quad (6)$$

где $S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$;

6) центр определяют с учетом конфигурации как особой точки, в которой достигается баланс характеристик геометрической относимости их частей в дополнительной системе координат (рис. 2) по формулам [8]:

$$\begin{aligned} X_{\text{ц}} &= \frac{T}{S}; \\ Y_{\text{ц}} &= \frac{U}{2S}; \end{aligned} \quad (7)$$

где

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i + Y_{i+1}) \Delta X_{i(i+1)} - \frac{1}{2} \sum_{j=n}^{n+m-1} (Y_j + Y_{j+1}) \Delta X_{j(j+1)}; \\ T &= \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i + Y_{i+1}) \left(X_i + \frac{\Delta X_{i(i+1)}}{2} \right) \Delta X_{i(i+1)} - \\ &\quad - \frac{1}{2} \sum_{j=n}^{n+m-1} (Y_i + Y_{j+1}) \left(X_j + \frac{\Delta X_{j(j+1)}}{2} \right) \Delta X_{j(j+1)}; \\ U &= \frac{1}{4} \sum_{i=1}^{n-1} (Y_i + Y_{i+1})^2 \Delta X_{i(i+1)} - \frac{1}{4} \sum_{j=n}^{n+m-1} (Y_i + Y_{j+1})^2 \Delta X_{j(j+1)}; \end{aligned}$$

$\Delta X_{i(i+1)}$, $\Delta X_{j(j+1)}$ - расстояние между абсциссами соседних вершин контура границы территории.

Затем координаты центра территории переводят из дополнительной в основную систему координат по формулам:

$$\begin{aligned} X'_{\text{ц}} &= X_{\text{ц}} \cdot \cos \varphi - Y_{\text{ц}} \cdot \sin \varphi + X_0; \\ Y'_{\text{ц}} &= X_{\text{ц}} \cdot \sin \varphi + Y_{\text{ц}} \cdot \cos \varphi + Y_0; \end{aligned} \quad (8)$$

где $X'_{ц}, Y'_{ц}, X_{ц}$ и $Y_{ц}$ – координаты географического центра территории (населенного пункта); φ – угол поворота осей дополнительной системы координат относительно основной системы координат территории; X_0 и Y_0 – координаты начала дополнительной системы координат территории в основной системе координат.

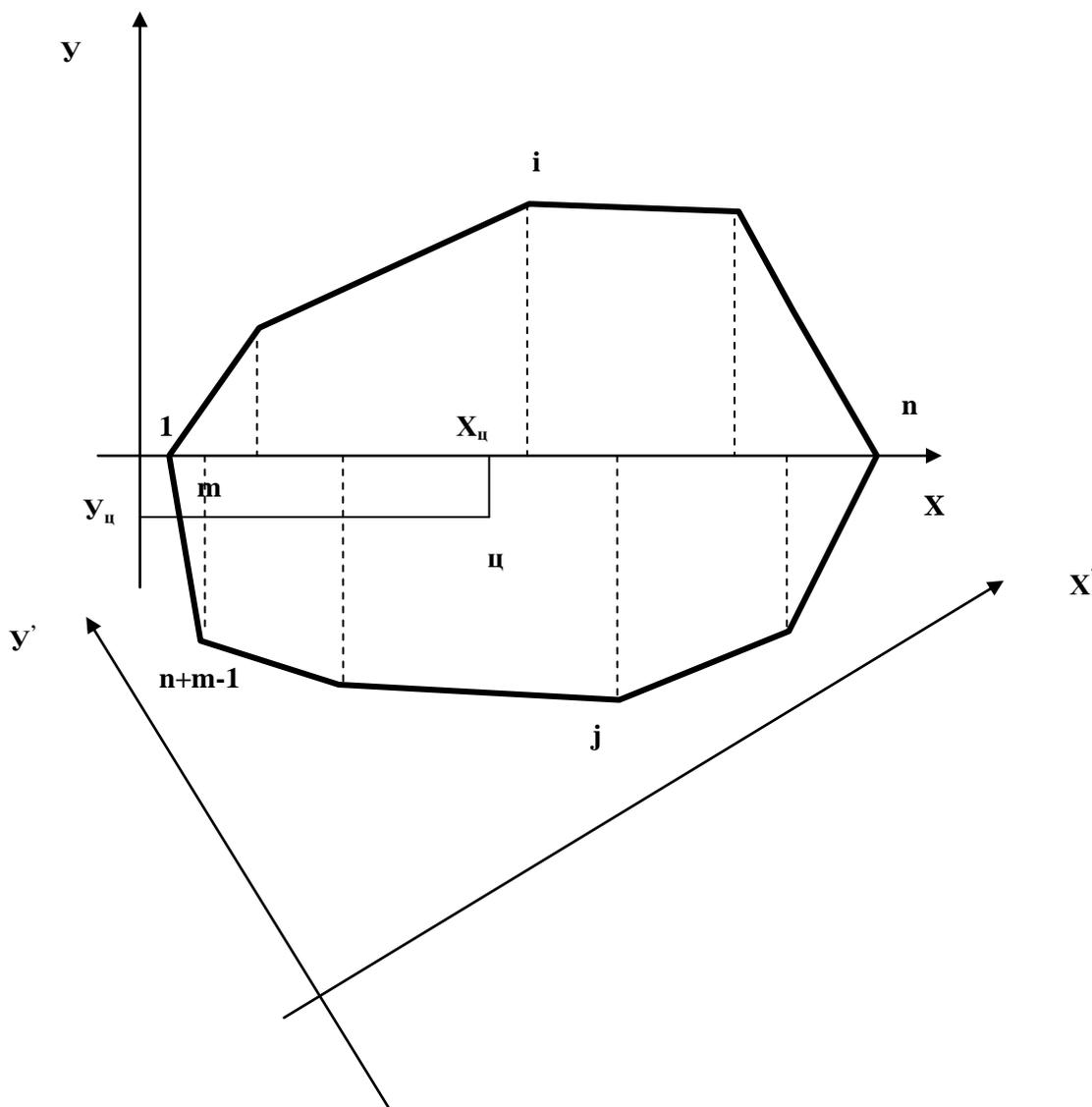


Рис. 2. Основная и дополнительная системы координат территории

Итак, во всех вышеописанных способах предполагается, что положения вершин в контуре границ территории равнозначны.

Самыми простыми способами являются первые три. Первый и второй способы почти равнозначны.

В этих трех способах не учитывается форма территории. А это в ряде случаев может приводить к тому, что географический центр будет располагаться за границей рассматриваемой территории.

В четвертом способе исключается этот недостаток, где поиск географического центра территории (центр) осуществляется под условием минимума суммы расстояний S_i . Но при этом существенно возрастает объем вычислений по отношению к первым трем способам. И точность определения географического центра зависит не только от точности положения вершин в контуре, но и от размера ячеек.

В пятом способе учитываются не только конфигурация контура территории, но и площадь.

В шестом способе наряду достоинствами пятого способа следует отнести уменьшение влияния больших чисел и ошибок округления при вычислениях за счет введения дополнительной системы координат, и одна из осей которой должна делить территорию на две равные части по площади. А этот усложняет процедуру определения центра, если территория имеет сложную форму.

В общем случае территория регионов (районов или населенных пунктов) может включать обособленные части территории (острова) и вклинивания (полуострова), при этом контур территории, как правило, совмещают с границами земельных участков, естественными и искусственными рубежами. Все это приводит к эффекту «двойного ряда» [1], т.е. географический центр будет располагаться ближе к той части контура, где расположены острова, полуострова и выше плотность вершин в контуре границ территории и тем самым местоположение центра будет искажено.

Для исследования влияния вышеуказанного эффекта на местоположение центра выполним сопоставление 2-6 способа на моделях, представленных на рис. 3. Где рассмотрим два случая расположения вершин в контуре границы территории: равномерное (рис. 3а) и - неравномерное, в том числе избыточное (рис. 3б).

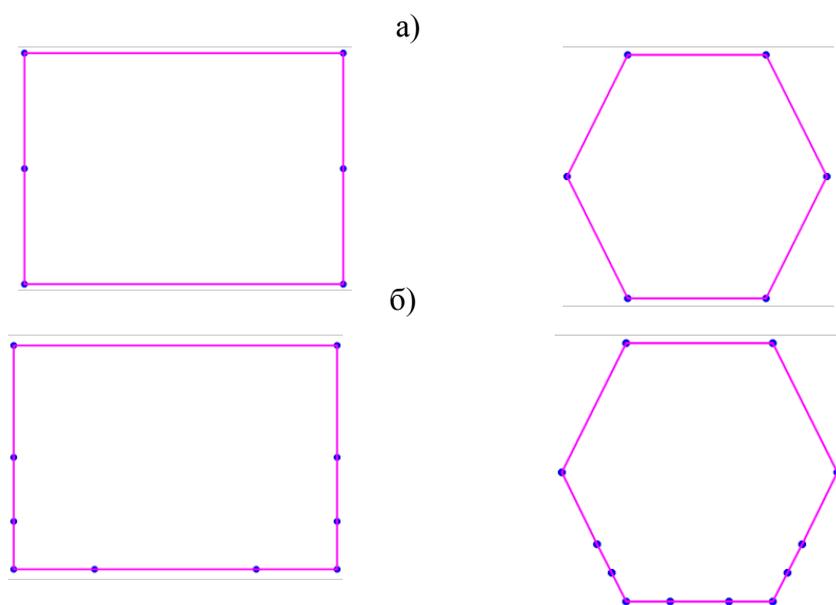


Рис. 3. Модели территорий

На основании сопоставления вычисленного географического центра с модельными значениями выявлено следующее:

- при равномерном расположении вершин в контуре границы территории значение географического центра вычисленные способами 2-6 совпадают с модельными (истинными) значениями;

- второй и пятый способы устойчивы к влиянию эффекта «двойного ряда» (рис. 4). Во втором способе отклонения абсцисс и ординат от истинных значений составили 0,00 м, а в пятом способе - 0,00 и -0,36 м соответственно;

- при неравномерном и избыточном расположении вершин (см. рис. 3б) отклонения координат географического центра относительно истинных значений, вычисленные способом 3, 4 и 6, находятся в интервале от 100 м до 292 м. Причем в 3 и 4 способах искажения наблюдаются в плоскости ОУ, а в 6 – в плоскости ОХ;

- шестой способ в 1,4 и 3.8 раза устойчивее к влиянию эффекта «двойного ряда», чем соответственно третий и четвертый способы (см. рис. 4).

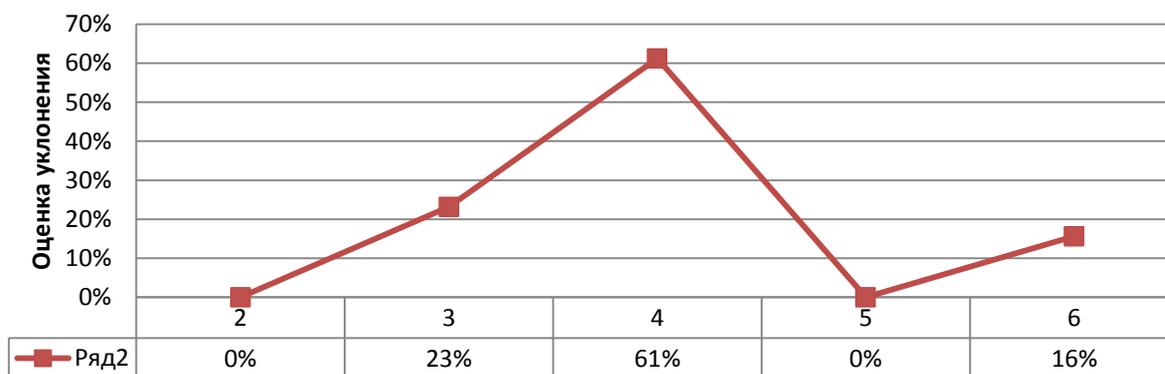


Рис. 4. Взаимное сопоставление способов

Следовательно, перед применением способа 3, 4 и 6 необходимо выполнить аппроксимацию границ контура территории и определить местоположение равномерно расположенных вершин в контуре. Здесь аппроксимацию контура границы территории можно выполнить с учетом следующего: минимальное расстояние между вершинами и их коллинеарное отклонение должно быть больше или равно трехкратной ошибке определения положения вершин в контуре.

Для определения географического центра территорий и населенных пунктов рекомендуем применять второй и пятый способы.

Если контур территории имеет обособленные части или вклинивания, тогда предлагается следующий порядок определения географического центра:

- выполнить деление территории на основную часть, острова и вклинивания. Причем выделение вклинивания не должно привести к усложнению формы основной части территории;

- вычислить для каждой части: координаты центра ($X_{ци}$, $Y_{ци}$) и площадь S_i по формуле (2) или (6);
- определить географический центр территории ($X_{ц}$, $Y_{ц}$) по формуле,

$$X_{ц} = \frac{[X_{ци} \cdot S_i]}{[S_i]};$$

$$Y_{ц} = \frac{[Y_{ци} \cdot S_i]}{[S_i]}.$$
(9)

Таким образом, разработанные рекомендации и подход определения центра территории развивают методическую основу, а их применения позволит уменьшить влияния эффекта «двойного ряда» на определение географического центра региона и населенного пункта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ащеулов В.А. О географическом центре России// Геодезия и картография, 1994 №7, 54 с.
2. Алгоритмы и структуры данных геоинформационных систем: Методические указания для студентов специальности 07193 – «Геоинформационные системы/ Сост. И.В. Варфоломеев, И.Г. Ермакова, А.С. Савельев. Красноярск: КГТУ, 2013, 34 с.
3. Ожегов, С.И. и Шведова, Н.Ю. Толковый словарь русского языка: 80 000 слов и фразеологических выражений/Российская академия наук Институт русского языка им. В.В.Виноградова. – 4-е изд., дополненное. - М.: Азбуковник, 1999. – 944 с.
4. Обиденко В. И. Совершенствование системы обеспечения территорий пространственными данными // ГЕО-Сибирь-2010. VI Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2010 г.). – Новосибирск: СГГА, 2010. Т. 1, ч. 1. – С. 8–15.
5. Обиденко В. И. Разработка и исследование специализированной программы для определения метрических параметров территории Российской Федерации // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 18–29.
6. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–13.
7. Современный толковый словарь русского языка / Гл. ред. С.А. Кузнецова. - СПб: «Норинт», 2004. – 960 с.
8. G01C11/00, G09B29/00 Способ определения геометрического центра участка территории и/или населенного пункта. Авторы: Ващенко Б.О., Попело А.В., Попело В.Д., Русинов П.С., 2005, 11 с.
9. <https://ru.wikipedia.org/wiki>.

© Л. Н. Калюжина, В. А. Калюжин, А. Н. Сачкова, 2015

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Любовь Николаевна Калюжнина

МБОУ «Технический лицей при СГУГиТ», 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, учитель высшей категории, тел. (913)773-80-16, e-mail: Lkalujina@mail.ru

Валентина Павловна Шелковникова

МБОУ «Технический лицей при СГУГиТ», 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ученица 9-го класса, тел. 344-43-73, e-mail: licey_SGGA_nsk@nios.ru

Николай Алексеевич Эккер

МБОУ «Технический лицей при СГУГиТ», 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, ученик 10-го класса, тел. (961)875-41-06, e-mail: nikolay-eckert@mail.ru

Анастасия Николаевна Сачкова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, студентка 5-го курса, тел. (913)469-15-50, e-mail: kaza4ka_92@mail.ru

Предложены географические центры крупных городов, районов и Новосибирской области.

Ключевые слова: стратегия, центр, туризм, географический центр, границы территории, геоинформационные системы, алгоритм, местоположение.

GEOGRAPHICAL CENTRE OF NOVOSIBIRSK REGION

Lyubov N. Kalyuzhina

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Teacher, Technical lycée, tel. (913)773-80-16, e-mail: Lkalujina@mail.ru

Valentina P. Shelkovnikova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Student, Technical lycée, tel. 344-43-73, e-mail: licey_SGGA_nsk@nios.ru

Nikolay A. Ekker

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Student, Technical lycée, tel. (961)875-41-06, e-mail: nikolay-eckert@mail.ru

Anastasia N. Sachkova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo St., Student, tel. (913)469-15-50, e-mail: kaza4ka_92@mail.ru

Geographical centres of major cities, districts and Novosibirsk region are offered.

Key words: strategy, centre, tourism, geographical centre, territory boundary, GIS, algorithm, location.

Одним из важнейших направлений социально-экономического развития Новосибирской области [6, с. 148] является развитие культуры, спорта и туриз-

ма. Так как это позволит повысить инвестиционной и социальной привлекательности Новосибирской области через механизмы брендинга наиболее существенных направлений этой сферы. А это обуславливает создание новых центров туристического притяжения в районах области, формирование и реализация событийного маркетинга территории, использование технологий креативных поселений, музеев под открытым небом, интерактивных культурных зон; формирование культурно-туристической привлекательности населенных пунктов, их статуса (имиджа) культурных центров прилегающих районов. И такими центрами могут стать географические центры территории самой области и его районов и населенных пунктов.

Географический центр территории – хоть и условная, но важная символическая точка на местности. [3, 4, 5] Местоположение и географическая информация о ней является наряду с Гимном, Флагом, Гербом, атрибутами государственности суверенной страны.

Еще в 1890 годах в Российской империи был установлен Памятный знак в расчетных точках географического центра. Расчеты произвел русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев. Вместе с сыном Иваном — студентом математического факультета Петербургского университета, они вывели формулы для расчета и определили координаты. Для Российской империи – в междуречье Оби и Енисея.

Для территории СССР был рассчитан доктором технических наук, участником Научно-спортивной экспедиции П. Бакутом в 1974 году, и в июне того же года зафиксирован на местности в истоках реки Поколька, левого притока реки Таз.

Через 15 лет, в 1989 году, вновь возникла идея определить географический центр территории Советского Союза. Исследования, проведенные Институтом географии Академии наук СССР и Центральным картографо-геодезическим фондом, установили искомую точку.

В России после распада СССР по заданию Научно-спортивной экспедиции имени Ивана Папанина группа ученых из Научно-экспедиционного центра (НЭЦ) «Геотур» Московского центра Российского Географического общества, НПО «Алмаз» и ГГП «Центргеология» по различным методикам провели расчеты местоположения

Географический центр России находится в Эвенкийском районе Красноярского края на юго-восточном берегу озера Виви, в точке с координатами: $66^{\circ}25'$ и $94^{\circ}15'$. Памятный знак - семиметровая стела с двуглавым орлом наверху - был торжественно открыт 27 августа 1992 года на берегу заповедного озера Виви. Расчеты по вычислению координат Центра России провели группой ученых из разных научных институтов и обществ по формуле, выведенной Петром Бакутом при расчете Географического Центра СССР. Сегодня здесь часто бывают туристы, высокие гости и молодожены. После присоединения Крыма центр сместился на несколько метров юго-западнее. Обозначен новым памятником (геодезическим знаком).

В Новосибирской области начиная с 2010 года по 2014 проведены работы по координатному описанию границ городских округов и сельсоветов.

По результатам этих работ городские округа, районы и Новосибирская область имеет уточненные границы, а это обуславливает уточнить местоположения географического центра Новосибирской области и городских округов.

Для определения географического центра участка территории (населенного пункта) разработан ряд способов. При этом в каждом конкретном случае различные специалисты ищут компромисс между интуитивной обоснованностью принятого подхода к определению географического центра, простотой вычислений его координат [2].

В геоинформационных системах [1, с.19] центральную, репрезентативную точку (центроид) полигона с площадью S вычисляют по следующим формулам:

$$X_{ц} = \sum \left(\frac{(y_i - y_{i+1})(x_i^2 + x_i x_{i+1} + x_{i+1}^2)}{6S} \right), \quad (1)$$

$$y_{ц} = \sum \left(\frac{(x_i - x_{i+1})(y_i^2 + y_i y_{i+1} + y_{i+1}^2)}{6S} \right), \quad (2)$$

где $S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i-1} - X_{i+1})$;

X_i и Y_i - долгота и широта вершины контура границы территории.

Итак, применив вышеописанные формулы мы определили координаты географического центра для городских округов и районов Новосибирской области (см. табл. 1).

После выполнения объединения границ районов области в MapInfo сформировали границу Новосибирской области. В результате получилось следующее: общее количество вершин (углов поворота) в контуре границ территории Новосибирской области составило 7 694; периметр границ составил 3 031 км, а площадь – 176 80 км².

Географический центр Новосибирской области имеет следующие геодезические координаты:

а) $B = 55^{\circ} 16' 31,76$ (северной широты);

б) $L = 79^{\circ} 46' 09,77$ (восточной долготы).

Географический центр Новосибирской области располагается в 6 км на Юго – Запад от центра населенного пункта Убинское и примерно по середине между крайними кварталами населенных пунктов Убинское, Орловка и Московка (см. рис. 1). В среднем расстояние до городской черты населенных пунктов составляет 2.7 км.

Относительно железной дороги центр расположен с южной стороны на удалении 1,5 км.

Таким образом, предложенные географические центры населенных пунктов, районов и Новосибирской области могут стать одним из механизмов брендинга территорий области, что позволит повысить культурно-туристическую привлекательность населенных пунктов и территорию области в целом.

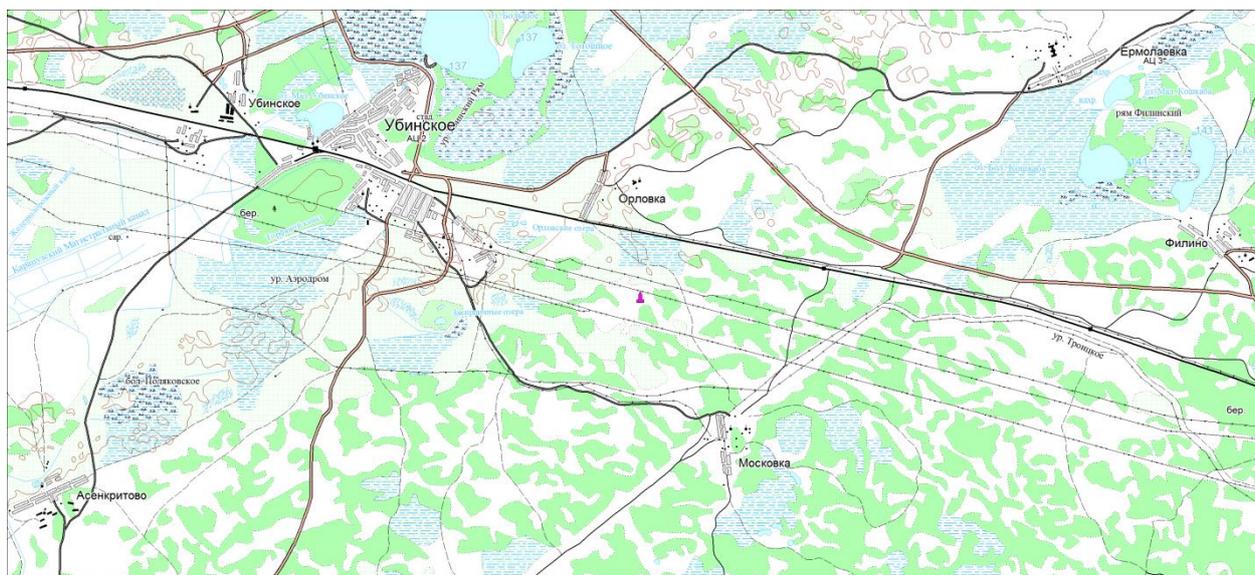


Рис. 1. Географический центр Новосибирской области

Таблица 1

Географические центры территорий

№	Наименование	Геодезические координаты	
		Широта	Долгота
Городские округа			
1	г. Новосибирск	54° 59' 38, 06"	82° 58' 05, 08"
2	г. Бердск	54° 44' 71, 43"	83° 04' 60, 36"
3	г. Искитим	54° 37' 32, 19"	83° 17' 97, 58"
4	г. Обь	54° 59' 95, 57"	82° 40' 62, 37"
5	р.п. Кольцово	54° 55' 62, 37"	83° 12' 12, 07"
Район			
1	Баганский	54° 00' 26, 15"	77° 40' 99, 59"
2	Барабинский	55° 05' 35, 21"	78° 08' 91, 54
3	Болотнинский	55° 43' 03, 23"	84° 11' 38, 23"
4	Венгеровский	55° 55' 04, 02"	76° 55' 37, 22"
5	Доволенский	54° 30' 84, 50"	79° 40' 09, 05"
6	Здвинский	54° 39' 27, 16"	78° 39' 68, 41"
7	Искитимский	54° 35' 51, 55"	83° 18' 27, 16
8	Карасукский	53° 44' 67, 40"	78° 05' 66, 39"
9	Каргатский	55° 07' 80, 48"	80° 21' 24, 14"
10	Колыванский	55° 53' 12, 07"	82° 36' 38, 23"
11	Коченевский	55° 04' 51, 30"	81° 58' 45, 27"
12	Кочковский	54° 16' 56, 33"	80° 24' 07, 04"

13	Краснозерский	53° 59' 55,33"	79° 10' 13,08"
14	Куйбышевский	55° 43' 53,32"	78° 29' 40,24"
15	Купинский	54° 20' 15,09"	77° 20' 26,16"
16	Кыштовский	56° 46' 43,26"	77° 02' 26,15"
17	Маслянинский	54° 25' 55,33"	84° 22' 12,07"
18	Мошковский	55° 20' 71,42"	83° 34' 22,13"
19	Новосибирский	54° 56' 61,36"	82° 52' 97,58"
20	Ордынский	54° 22' 18,11"	81° 44' 12,07"
21	Северный	56° 27' 16,09"	78° 51' 86,51"
22	Сузунский	53° 57' 08,05"	82° 20' 36,21"
23	Татарский	55° 10' 29,17"	75° 48' 49,29"
24	Тогучинский	55° 01' 50,30"	84° 22' 48,28"
25	Убинский	55° 45' 91,55"	80° 17' 06,03"
26	Усть-Таркский	55° 47' 91,54"	75° 48' 51,31"
27	Чановский	55° 13' 56,34"	77° 00' 95,57"
28	Черепановский	54° 12' 43,25"	83° 18' 49,29"
29	Чистоозерный	54° 36' 53,32"	76° 22' 56,34"
30	Чулымский	55° 09' 26,15"	81° 14' 29,17"

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алгоритмы и структуры данных геоинформационных систем: Методические указания для студентов специальности 07193 – «Геоинформационные системы. / Сост. И.В. Варфоломеев, И.Г. Ермакова, А.С. Савельев. Красноярск: КГТУ, 2013, 34 с.;
2. G01C11/00, G09B29/00 Способ определения геометрического центра участка территории и/или населенного пункта. Авторы: Ващенко Б.О., Попело А.В., Попело В.Д., Русинов П.С., 2005, 11 с.;
3. Обиденко В. И. Совершенствование системы обеспечения территорий пространственными данными // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск: СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 8–15.
4. Обиденко В. И. Разработка и исследование специализированной программы для определения метрических параметров территории Российской Федерации // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 18–29.
5. Обиденко В. И. Технология определения метрических параметров территории Российской Федерации по геопространственным данным // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 3 (19). – С. 3–13.
6. Стратегия социально-экономического развития Новосибирской области на период до 2025 г. Администрация Новосибирской области. – Новосибирск. – 2007. – 126 с.

© Л. Н. Калюжина, В. П. Шелковникова, Н. А. Эккер, А. Н. Сачкова, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. <i>В. А. Соколов, О. П. Втюрина, Н. В. Соколова.</i> О разработке региональных программ развития лесного комплекса.....	3
2. <i>Х. Б. Куулар, С. Б. Хертек.</i> Анализ лесных пожаров Тувы в связи с изменением климата.....	7
3. <i>Г. А. Галецкая, М. В. Вьюнов, С. В. Железова, С. И. Завалишин.</i> Возможности обработки и анализа данных сверхлёгкого БПЛА SenseFly eBee в лесном хозяйстве	11
4. <i>С. И. Завалишин, Г. А. Галецкая, В. Ю. Патрушев, А. Н. Починкин, А. В. Орлов.</i> Организация мониторинга почвенного покрова в ленточных борах Алтайского края	19
5. <i>Х. Б. Куулар, Ш. А. Намзын.</i> Климатогенная и антропогенная динамика Балгазынского бора	25
6. <i>Х. Б. Куулар, Ч. А. Балчыр.</i> Анализ Шагонарского бора по космическим снимкам Landsat (Республика Тыва)	29
7. <i>Ю. В. Никитина, В. Н. Никитин.</i> Использование многозональных космических снимков высокого разрешения для дешифрирования лесных территорий	33
8. <i>Н. М. Дебков.</i> Мониторинг влияния рубок ухода на состояние смешанных молодняков.....	39
9. <i>Р. В. Rogovцев, И. П. Болонин.</i> Изменчивость компонентов фитомассы у контрастных происхождений географических культур сосны Новосибирской области	43
10. <i>Ю. Н. Ильичёв, Я. В. Ноздренко, М. В. Бабин.</i> Санитарно-экологическое состояние городских лесов в зонах контакта с социально-бытовыми объектами.....	45
11. <i>А. И. Земляной.</i> Особенности динамики семеношения кедра сибирского (<i>pinus sibirica du tour</i>) в Западной Сибири в связи с изменением климата.....	49
12. <i>Е. М. Панченко, А. Г. Дюкарев.</i> Лесные ресурсы Обь-Томского междуречья.....	53
13. <i>С. А. Николаева, Е. О. Филимонова.</i> Онтогенетическая структура ценопопуляций кедра в лесотундровом экотоне горноледникового бассейна Актру (Центральный Алтай)	58
14. <i>С. А. Николаева, Д. А. Савчук.</i> Динамика возобновления кедра сибирского на Кеть-Чулымском междуречье (Западно-Сибирская равнина).....	64
15. <i>С. А. Николаева.</i> Онтогенетическая структура ценопопуляций кедра в верхней части лесного пояса горно-ледникового бассейна Актру (Центральный Алтай).....	69

16. <i>М. А. Мельник, Е. С. Волкова.</i> Географические особенности потенциальной древесной продуктивности лесов Томской области с позиции энергетического анализа.....	75
17. <i>М. А. Мельник.</i> Некоторые аспекты транспортной доступности лесных ресурсов Западной Сибири	79
18. <i>С. А. Кривец, Ю. Н. Баранчиков.</i> Энтомологи РАН – лесному хозяйству: прикладные результаты изучения инвазии уссурийского полиграфа в темнохвойные экосистемы Сибири.....	84
19. <i>Е. С. Волкова.</i> Потенциальные возможности использования отходов лесопромышленного комплекса Томской области как составной части местных возобновляемых источников энергии.....	90
20. <i>А. Ю. Бочаров.</i> Возрастная структура высокогорных насаждений Южно-Чуйского хребта (Горный Алтай)	95
21. <i>В. И. Архипов, В. И. Березин.</i> О необходимости выполнения стереоскопического контурного дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) при таксации лесов.....	99
22. <i>С. К. Фарбер, Н. С. Кузьмик, Н. В. Брюханов.</i> Сравнение результатов классификации изображения на космическом снимке с материалами лесоустройства (на примере южно-таежных лесов Приангарья).....	104
23. <i>А. В. Алексеев, П. Т. Воронков, В. В. Дегтев, Э. В. Леонтьев, С. П. Лоскутов, А. С. Шальнев.</i> Лесообразовательный процесс как основа формирования стратегий ведения лесного хозяйства	108
24. <i>В. Н. Седых.</i> Естественное возобновление леса на отходах бурения.....	114
25. <i>В. Н. Седых.</i> Методические подходы к созданию технологий лесной рекультивации.....	121
26. <i>В. Н. Седых.</i> Научные основы лесопользования в равнинных кедровых лесах Сибири	128
27. <i>В. Г. Колмогоров.</i> Анализ результатов трехкратного нивелирования Юго-Западной Сибири	133
28. <i>В. А. Калюжин, Ф. В. Каравайцев.</i> Изменения и уточнения границ муниципальных образований	140
29. <i>В. Е. Мизин.</i> Статистический анализ составленных рядов разностей двойных измерений	146
30. <i>В. А. Калюжин, Ф. В. Каравайцев, Н. В. Одинцова.</i> Применение двухстадийного землеустроительного проектирования при описании границ муниципальных образований Новосибирской области	151
31. <i>И. Г. Вовк.</i> Вычисление площади участка физической поверхности Земли в задачах прикладной геоинформатики.....	160
32. <i>Л. А. Максименко.</i> Современные методы мониторинга технического состояния здания	166

33. <i>В. Г. Колмогоров, В. А. Калюжин, В. И. Дударев, Н. В. Одинцова.</i> Проявления современной геодинамики Сибири, определенные по геодезическим и геолого-геофизическим данным.....	171
34. <i>В. Г. Колмогоров, В. А. Калюжин, Н. В. Одинцова.</i> Современные кинематические параметры Восточной Сибири	178
35. <i>В. Г. Колмогоров, В. И. Дударев.</i> Состояние проблемы комплексного изучения современной геодинамики Сибири в конце XX века	188
36. <i>О. А. Коробова, Л. А. Максименко.</i> Методы усовершенствования расчета осадок грунтовых оснований	198
37. <i>Л. Н. Калюжина, В. А. Калюжин, А. Н. Сачкова.</i> Сопоставление способов определения географического центра территории	204
38. <i>Л. Н. Калюжина, В. П. Шелковникова, Н. А. Эккер, А. Н. Сачкова.</i> Географический центр Новосибирской области	213

CONTENTS

1. <i>V. A. Sokolov, O. P. Vtyurina, N. V. Sokolova.</i> On working out of regional programs for the forest sector development.....	3
2. <i>Kh. B. Kuular, S. B. Khertek.</i> Analysis of wildfires in Tuva with climate change	7
3. <i>G. A. Galetskaya, M. V. Vyunov, S. V. Zhelezova, S. I. Zavalishin.</i> Facilites of processing and analysis of ultralight UAV SenseFly eBee data in the field of forestry	11
4. <i>S. I. Zavalishin, G. A. Galetskaya, V. Ju. Patrushev, A. N. Pochinkin, A. V. Orlov.</i> Organization of monitoring of soil cover belt borah Altai region.....	19
5. <i>Kh. B. Kuular, Sh. A. Namzyn.</i> Climatology abd anthropogeny dynamics of Balgazyn ribbon pine forest.....	25
6. <i>Kh. B. Kuular, Ch. A. Balchyr.</i> Analysis of shagonar pine forest by remote sensing Landsat, Republic Tyva	29
7. <i>Ju. V. Nikitina, V. N. Nikitin.</i> Application of multizone high-resolution satellite images for forest territories interpretation	33
8. <i>N. M. Debkov.</i> Influence monitoring of thinning on condition of mixed young forests	39
9. <i>R. V. Rogovtsev, I. P. Bolonin.</i> Variability of phytomass components in contrast origins of geographical cultures of the pine in the Novosibirsk region.....	43
10. <i>Ju. N. Ilyichev, Ya. V. Nozdrenko, M. V. Babin.</i> Sanitary and ecological condition of the city woods in zones of contact with social objects	45
11. <i>A. I. Zemlyanoy.</i> Specific features of seed production of the Siberian cedar (<i>pinus sibirica du tour</i>) in Western Siberia in relation to climate change.....	49
12. <i>E. M. Panchenko, A. G. Dyukarev.</i> Forest resources of Ob and Tom interfluves	53
13. <i>S. A. Nikolaeva, E. O. Filimonova.</i> Ontogenic structure of siberian stone pine coenopopulations at forest-tundra ecotone in the Aktru glacier basin (the Altai mountains)	58
14. <i>S. A. Nikolaeva, D. A. Savchuk.</i> The Siberian stone pine regeneration dynamics in the Ket-Chulyum interfluve (West Siberian plain)	64
15. <i>S. A. Nikolaeva.</i> Ontogenic structure of Siberian stone pine coenopopulations in the upper forest belt in the Aktru glacier basin (the Central Altai mountains)	69
16. <i>M. A. Mel`nik, E. S. Volkova.</i> Geographical features of the wood forest potential productivity of Tomsk oblast from energy analysis position	75

17. <i>M. A. Mel`nik</i> . Some aspects of transport accessibility of forest resources in Western Siberia	79
18. <i>S. A. Krivets, Yu. N. Baranchikov</i> . The entomologists of Russian academy of sciences – for forestry: practical results of four-eyed fir bark beetle invasion investigation in Siberian dark coniferous ecosystems	84
19. <i>E. S. Volkova</i> . The potentiality for forestry waste use of Tomsk oblast's timber industry as a component of local renewable energy sources	90
20. <i>A. Yu. Bocharov</i> . Age structure of high altitudinal forests on the Yuzhno-Chuisky range (Altai mountains)	95
21. <i>V. I. Arkhipov, V. I. Berezin</i> . The need to implement stereoscopic contour interpretation of remote sensing data in the process of forest mensuration	99
22. <i>S. K. Farber, N. S. Kuz'mik, N. V. Brjuhanov</i> . The reconciliation of the results of the classification of pixel spectral brightness of the picture to the forest regulation data (based on the Priangarye south taiga forests)	104
23. <i>A. V. Alexeyev, P. T. Voronkov, V. V. Degtev, E. V. Leontyev, S. P. Loskutov, A. S. Shalnev</i> . Forest formation process as a basis for developing forest management strategies	108
24. <i>V. N. Sedykh</i> . Natural forest regeneration on drilling waste	114
25. <i>V. N. Sedykh</i> . Methodical approaches to creation of technologies of forest recultivation	121
26. <i>V. N. Sedykh</i> . Scientific bases of forest exploitation in the flat cedar woods of Siberia.....	128
27. <i>V. G. Kolmogorov</i> . Analysis of South-West Siberia triple leveling results	133
28. <i>V. A. Kalyuzhin, F. V. Karavaitsev</i> . Municipalities boundaries adjustment and amendment.....	140
29. <i>V. E. Mizin</i> . The statistical analysis composites rows of the differences repeated measurements.....	146
30. <i>V. A. Kalyuzhin, F. V. Karavaitsev, N. V. Odintsova</i> . Two-stage land management design for describing boundaries of Novosibirsk region municipalities	151
31. <i>I. G. Vovk</i> . Calculating the area of some Earth's physical surface part in applied geoinformatics tasks.....	160
32. <i>L. A. Maksimenko</i> . Current techniques for building technical state monitoring	166
33. <i>V. G. Kolmogorov, V. A. Kalyuzhin, V. I. Dudarev, N. V. Odintsova</i> . Current geodynamics of Siberia determined by geodetic and geological and geophysical data	171
34. <i>V. G. Kolmogorov, V. A. Kalyuzhin, N. V. Odintsova</i> . Current kinematic parameters of East Siberia	178
35. <i>V. G. Kolmogorov, V. I. Dudarev</i> . Comprehensive study of current geodynamics of Siberia at the end of XX century: problem state	188

36. <i>O. A. Korobova, L. A. Maksimenko.</i> Techniques for improving ground base settlement calculation	198
37. <i>L. N. Kalyuzhina, V. A. Kalyuzhin, A. N. Sachkova.</i> Determination of geographical centre of territory: comparison of techniques	204
38. <i>L. N. Kalyuzhina, V. P. Shelkovnikova, N. A. Ekker, A. N. Sachkova.</i> Geographical centre of Novosibirsk region	213

Научное издание

XI Международные научный конгресс и выставка

ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ-2015

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 *Н. Ю. Леоновой*

Изд. лиц. ЛР № 020461 от 04.03.1997.

Подписано в печать 23.04.2015. Формат 60 × 84 1/16

Печать цифровая.

Усл. печ. л. 13,02. Тираж 100 экз. Заказ

Редакционно-издательский отдел СГУГиТ
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 10.

Отпечатано в картопечатной лаборатории СГУГиТ
630108, Новосибирск, 108, ул. Плахотного, 8.