



ISSN 2218-7545

# ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ

Министерство образования и науки РФ  
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный  
лесотехнический университет»  
Ботанический сад УрО РАН

# **ЛЕСА РОССИИ И ХОЗЯЙСТВО В НИХ**

Журнал

3(40)2011

Екатеринбург  
2011

УДК 630(470)  
ББК 43(2Р)  
Л 50

Л 50 Леса России и хозяйство в них: жур. Вып. 3(40) / Урал. гос. лесотехн. ун-т. – Екатеринбург, 2011. – 85 с.  
ISBN 978-5-94984-376-5

Редакционный совет:

А.В. Мехренцев – председатель редакционного совета, главный редактор, Н.А. Луганский – зам. гл. редактора, С. В. Залесов – зам. гл. редактора, С.А. Шавнин – зам. гл. редактора

Редколлегия:

В.А. Азаренок В.А. Усольцев, Э.Ф. Герц, А.А. Санников,  
Ю.Д. Силуков, В.П. Часовских, А.Ф. Хайретдинов, Б.Е. Чижов,  
В.Г. Бурындин, Н.А. Кряжевских – ученый секретарь

Ответственные редакторы:

Э.Ф. Герц д-р техн. наук, доцент, С.В. Залесов д-р с.-х. наук, профессор, Н.А. Луганский д-р с.-х. наук, профессор

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС 77-31334 от 5 марта 2008 г.

Утвержден редакционно-издательским советом Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 630(470)  
ББК 43(2Р)

ISBN 978-5-94984-376-5

© ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2011

**С.В. Залесов, А.Е. Морозов, Р.В. Морозова,**  
(S.V. Zalesov, A.E. Morozov, R.V. Morozova)

Уральский государственный  
лесотехнический университет, Екатеринбург

**Е.П. Платонов**  
(E.P. Platonov)

Департамент природных ресурсов  
и несырьевого сектора экономики ХМАО-Югры



*Залесов Сергей Вениаминович родился в 1953 г., окончил в 1981 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный лесовод РФ, проректор по научной работе Уральского государственного лесотехнического университета. Имеет более 300 научных работ по вопросам повышения продуктивности и устойчивости лесов Урала и Западно-Сибирской низменности.*



*Морозов Андрей Евгеньевич родился в 1973 г. В 1996 г. окончил Уральскую государственную лесотехническую академию (г. Екатеринбург). Канд. с.-х. наук, доцент кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета. Автор более 50 печатных работ в области лесного хозяйства и экологии. Сфера научных интересов: экологический мониторинг состояния и повышение устойчивости лесов Урала и Западной Сибири к антропогенным факторам; рекультивация земель, нарушенных в результате нефтегазодобычи и геологоразведки.*



*Морозова Раиса Васильевна родилась в 1973 г. В 1996 г. окончила Уральскую государственную лесотехническую академию (г. Екатеринбург). Старший преподаватель кафедры лесоводства. Автор 7 печатных работ в области лесного хозяйства и промышленной экологии. Сфера научных интересов – экологический мониторинг и повышение устойчивости антропогенно нарушенных лесов.*

## **ДИНАМИКА ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА НАРУШЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ ЗЕМЛЯХ НА ТЕРРИТОРИИ НЕФТЕЮГАНСКОГО РАЙОНА ХМАО-ЮГРЫ**

## (DYNAMICS OF NATURAL REFORESTATION ON THE SOILS DAMAGED IN THE PROCESS OF OIL AND GAS EXTRACTION ON THE TERRITORY OF NEFTEYUGANSK REGION (KHANTY-MANSIISK AUTONOMOUS OKRUG))

*Проанализирована эффективность естественного лесовосстановления на землях, нарушенных в процессе нефтегазодобычи. Установлено, что процессы естественной рекультивации протекают достаточно успешно с доминированием в составе формирующегося подраста кедра сибирского.*

*The article deals with the analysis of natural reforestation on the soils damaged in the process of oil and gas extraction. It is stated that the process of natural reforestation proceed successfully enough, when siberia stone pine (*pinus siberica*) is dominated in composition of undergrowth that is being formed.*

Одной из важных задач по минимизации негативного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду является восстановление нарушенных и загрязненных земель. От правильного выбора направления проведения мероприятий по рекультивации зависит скорость и качество восстановительных процессов. В то же время большинство проектируемых рекультивационных мероприятий, несмотря на высокие затраты, далеко не всегда обеспечивает желаемый результат и гарантирует возвращение нарушенных и загрязненных земель в первоначальное состояние, как того требуют нормативные документы. Мало того, в ряде случаев применяемые на практике технологии создают условия, препятствующие в последующем формированию на «рекультивированных» землях коренной растительности.

Учитывая, что процессы восстановления коренных экосистем могут затягиваться на длительный срок, актуальными являются вопросы, связанные с поиском достаточно надежных способов рекультивации, гарантирующих положительный результат. Проблема при этом заключается в том, что результат проявляется далеко не сразу после проведения рекультивации, а иногда через несколько лет. Однако существующие нормативные документы требуют сдавать рекультивированные земли в год проведения рекультивационных мероприятий, что является необоснованным с экологических и лесоводственных позиций. Такой подход не позволяет оценить эффективность протекающих на загрязненных и нарушенных землях процессов естественного восстановления растительности и даже не принимает их во внимание.

В связи с этим представляют большой интерес результаты наблюдений за состоянием лесных насаждений, подверженных воздействию интен-

сивной нефтегазодобычи, находящихся на различных стадиях деграционно-демутационных процессов.

Наши исследования проводились в Нефтеюганском районе Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (ХМАО-Югры) на территории Мамонтовского, Тепловского и Южно-Балыкского месторождений компании ООО «Роснефть-Юганскнефтегаз». Нефтеюганский район характеризуется высоким уровнем техногенного воздействия нефтегазового комплекса на природную среду. На территории района находится более 20 эксплуатируемых месторождений нефти, большинство из которых разрабатываются с 70-80-х годов прошлого века.

В основу исследований положен метод пробных площадей. Постоянные (ППП) и временные (ВПП) пробные площади были заложены на территории ТУ ХМАО-Югры «Нефтеюганское лесничество» Нефтеюганского участкового лесничества в период с 1996 по 1998 гг. в рамках проведения работ по мониторингу лесных экосистем ХМАО, подверженных интенсивной нефтегазодобыче, выполняемых по заказу Экологического фонда ХМАО и Ханты-Мансийского управления лесами.

ППП закладывались в наиболее распространенных в данном районе кедровниках зеленомошной и сфагновой групп типов леса. Кедровые насаждения представлены древостоями II-V классов возраста с участием кедра в составе не менее 10 %. Контрольные ППП закладывались в насаждениях, принадлежащих к одному естественному ряду развития, с рабочими ПП в фоновых для территории изучаемых месторождений условиях. Обязательными требованиями, предъявляемыми к контрольным ППП, являлись принадлежность их к одной группе типов леса и одному классу возраста. Понятие контроля можно считать условным, поскольку на территории нефтяных месторождений невозможно отыскать участки, не испытывающие какого-либо техногенного воздействия.

Для обеспечения необходимой точности определения среднего диаметра на каждой ППП и ВПП отбирали не менее 100-200 деревьев (Анучин, 1982). Сплошной пересчет проводился по элементам леса, по ступеням толщины на высоте 1,3 м через 2 см с помощью мерной вилки. При выполнении пересчета у каждого дерева определялась категория санитарного состояния согласно «Санитарным правилам в лесах РФ» (1992), а при повторных учетах в 2010 г. – согласно «Руководству по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий» (2007), а затем рассчитывался индекс состояния древостоя каждой древесной породы (Пастернак и др., 1993). Обобщенный индекс состояния древостоя рассчитывался как средневзвешенный по составу.

Замеры высот производились с помощью высотомера «ВУЛ-1» с точностью до 0,1 м.

Типологическое описание пробных площадей выполнялось согласно методическим указаниям В.Н. Сукачева и др. (1961), а также согласно «Рекомендациям ...» (1991). Почвы описывались по генетическим горизонтам по общепринятой методике (Иванова, 1976). На каждой ППП закладывался почвенный разрез с учетом микрорельефа и растительности.

Средний возраст древостоя кедра определялся путем подсчета годовичных колец на нулевом спиле у модельных деревьев.

Определение запаса на ППП и ВПП производилось по региональным таблицам (Сортиментные и товарные таблицы..., 1991). Бонитировка кедровых насаждений производилась по бонитировочной шкале В.Ф. Лебкова и И.В. Семечкина (Справочное пособие..., 1974). Относительная полнота определялась по таблице «Сумм площадей сечений...», составленной для насаждений кедра сибирского северной и средней подзон тайги Западно-Сибирской равнины Е.П. Смолоноговым (Справочное пособие..., 1974).

Камеральная обработка экспериментальных данных была выполнена в соответствии с общепризнанными методиками, действующими ГОСТами и инструкциями. Статистико-математическая обработка материалов производилась на ПЭВМ типа IBM PC с помощью пакета стандартных программ «Statgrafics», MS Excel и др.

ППП-1А была заложена на расстоянии 200 м от факельной трубы по направлению преобладающих ветров в кедровнике хвоцево-осоково-сфагновом. Древостой пробной площади на момент ее закладки находился в ослабленном состоянии и характеризовался несколько меньшими таксационными показателями, чем древостой ППП-1Б, заложённой на удалении 330 м от трубы в том же выделе в условиях, близких к фоновым для месторождения. Тип леса на ППП-1Б – кедровник бруснично-хвоцево-сфагновый.

ППП-3 заложена на Тепловском месторождении нефти на расстоянии 20 м от трубы факела, оборудованного для продувки магистрального газопровода. Факел был введен в эксплуатацию в 1987 г., режим работы – периодический. Установка представляла собой трубу, уложенную горизонтально на треножник у края котлована с водой на высоте 0,5 м над поверхностью почвы. Диаметр трубы – 40 мм. В радиусе 20 м от трубы почва представляла собой спекшуюся шлакообразную массу, прокаленную на глубину до 30 см. Растительность внутри котлована и на обваловке в 1996 г. полностью отсутствовала. В 1993 г. участок, на котором заложена ППП-3, был пройден верховым пожаром, возникшим от факела. Древостой кедровника был полностью уничтожен. Тип леса до пожара – кедровник бруснично-багульниково-зеленомошный, после пожара – гарь кипрейно-злаковая. Контрольной к ППП-3 является ППП-3К, заложённая в сходных лесорастительных условиях вне зоны влияния факела.

Факел ДНС «Тепловская» (ДНС «Т») оборудован в 1988 г. Труба факела находится в заболоченном месте. Внутри периметра обваловки стоит вода, на поверхности которой плавает слой нефтепродуктов. В первый год после включения факела произошел пожар, в результате которого погиб древостой на площади свыше 50 га. В 1993 г. факел был затушен по причине несоответствия экологическим требованиям. Территория вокруг факела была сильно замазучена, из растительности вблизи трубы встречались только рогоз широколистный и осоки.

Влияние факела ДНС-2 ЦДНГ-2 Мамонтовского месторождения изучалось на пробных площадях ППП-5А и ППП-5Б. Факел включен в 1993 г. Установка состоит из двух труб, расположенных на расстоянии 20 м друг от друга. На одну из них в случае аварии сбрасывается газ высокого давления, на другую постоянно подается газ низкого давления. Площадь сплошной замазученности почвы вокруг факела составляет 0,15 га. В результате нарушения технологии на факел периодически подаются жидкие фракции нефтепродуктов, неполное сгорание которых приводит к загрязнению произрастающего в радиусе до 100 м от трубы древостоя. ППП-5А заложена в кедровнике ягодниково-зеленомошном в 60 м от трубы факела, ППП-5Б – в том же выделе на расстоянии 200 м от трубы в условиях, приближающихся к фоновым для месторождения.

Изучение влияния факела ЦПС Южно-Балыкского месторождения на состояние кедровника мелкотравно-зеленомошного проводилось на ППП-9А и 9Б. Факельная установка состоит из двух труб (высокого и низкого давления), первая из которых функционирует периодически, а вторая постоянно. Территория внутри обваловки отсыпана песком. Факел действует с 1988 г. Ближайший древостой расположен на расстоянии 200 м от факела (ППП-9А), зона вблизи трубы представляет собой болото верховое осоково-сфагновое. В радиусе 300 м от трубы наблюдалась довольно сильная замазученность прилегающей растительности, в особенности крон деревьев верхнего полога древостоя. Растения травяно-кустарничкового яруса, произрастающие на обваловке факельной трубы в радиусе 20 м, подвергаются мощному тепловому воздействию. В основном здесь сохранились единичные экземпляры растений вторичного происхождения в сильно угнетенном состоянии (горец перечный, лебеда, кипрей узколистный, рогоз широколистный, хвощи, ива, малина). Видимых признаков угнетения болотной растительности в радиусе 20-200 м от факельной трубы не обнаружено. Гораздо сильнее влияет факел на древостой. На ППП-9А, заложеной в 200 м от трубы, в верхнем ярусе древостоя отмечалось усыхание осины. Деревья остальных пород находились в угнетенном состоянии. Участок сильно захламлен в результате постоянного отпада деревьев.



ППП-9Б заложена на расстоянии 500 м от трубы факела в аналогичных лесорастительных условиях. Состояние древостоя близко к фоновым условиям.

Основными видами загрязнения почв на территории района исследований являются загрязнения чистой нефтью без примеси воды и солей (нефтяное загрязнение), нефтью с минерализованными водами (нефтесолевое загрязнение), пластовыми водами (солевое загрязнение). Влияние нефтесолевого загрязнения изучалось в трех вариантах: 1) слабое загрязнение нефтью с сопутствующими пластовыми водами (концентрация нефти в лесной подстилке – не более 10 % по массе (Казанцева, 1994); содержание плотного солевого остатка в водной вытяжке до 0,5 % от массы сухой почвы (Мякина, Аринушкина, 1979); 2) сильное нефтяное загрязнение с сопутствующими пластовыми водами (концентрация нефти в подстилке свыше 40 % по массе; содержание плотного остатка – не более 0,5 %); 3) сильное загрязнение товарной нефтью без примеси воды и солей (концентрация нефти в подстилке свыше 40 % по массе).

Влияние сильного загрязнения нефтью с сопутствующими пластовыми водами (концентрация нефти в лесной подстилке по микропонижениям достигала в год загрязнения 90 %) на состояние кедровника бруснично-зеленомошного изучалось на примере ППП-8, заложённой на Тепловском месторождении. Разлив нефти произошел в феврале 1997 г. в результате порыва нефтесборного коллектора, вместе с нефтью в почву попали подземные сильноминерализованные воды. Общая площадь загрязнения – 3,0 га, количество пролитой нефти, по данным Экологической службы НГДУ «Мамонтовнефть», составляло 150 т. Полоса разлива нефти вдоль автодороги была отсыпана песком, участок под пологом древостоя остался нерекультивированным. На пробной площади поверхность почвы покрыта слоем нефти, исключения составляют микроповышения в виде кочек и упавших стволов деревьев. Средняя глубина проникновения нефти в почву – 17 см. Первоначальный уровень нефти над поверхностью почвы, определенный по следам мазута на стволах деревьев, составлял в среднем 20 см. На момент проведения исследования в августе 1998 г. подрост и ЖНП частично сохранились лишь по микроповышениям. На большей части ППП нижний ярус растительности уничтожен, древостой практически полностью погиб. Общее проективное покрытие ЖНП составляло около 15 %. Контролем к ППП-8 служит ППП-8К, заложённая в сходных лесорастительных условиях, не подверженных влиянию нефтесолевого загрязнения. Проективное покрытие ЖНП – 95 %.

Влияние загрязнения товарной нефтью изучалось на Мамонтовском месторождении на ВПП-4, заложённой в кедровнике багульниково-зеленомошном в районе аварии на магистральном нефтепроводе, произошедшей в марте 1996 г. Причина аварии – грубое нарушение строительных

норм при сооружении нефтепровода. В результате аварии загрязнению подверглось 24 га земель лесного фонда. Объем разлившейся нефти под пологом лесного насаждения составил 12419 т. В том числе 663 т нефти пролилось на лед реки Большой Балык. Толщина слоя нефти в лесу на момент обследования участка разлива в июле 1996 г. достигала в среднем 70 см. Концентрация нефти в почве, по данным Экологической службы НГДУ «Мамонтовнефть», составляла в год аварии 280 г/кг. Содержание нефти в лесной подстилке достигало 90 %, что соответствует сильному нефтяному загрязнению. Лесная подстилка, ЖНП и подрост полностью были покрыты слоем нефти. При первом обследовании в июле 1996 г. древостой был сильно ослаблен, при повторном обследовании летом 1997 г. констатирована полная гибель древостоя, отдельные деревья кедра сохранились в усыхающем состоянии только по микроповышениям на кромке разлива, где концентрация нефти в почве была ниже, чем на основном участке. Погибший древостой был вырублен зимой 1997 г., древесина вывезена. Участок загрязнения был впоследствии рекультивирован (в период с 1996 по 2000 гг.) посредством сбора пролитой нефти, землевания грунтом в виде смеси песка и торфа, внесением минеральных удобрений, микробиологических препаратов-нефтедеструкторов, посева трав-мелиорантов (клевер, злаки).

ВПП-1А была заложена в 1997 г. внутри периметра обваловки факела ДНС-1 Мамонтовского месторождения. Факел был законсервирован в 1994 г. Ранее факел явился причиной лесного пожара, в результате которого был полностью уничтожен древостой кедра в радиусе 500 м вокруг факела. Ориентировочно лесной пожар случился в 1991 г. На гари в 40 м от трубы факела в этом же году была заложена ВПП-1Б. Цель закладки этих двух пробных площадей – изучение процессов естественного лесовосстановления на подфакельных территориях.

Динамика лесоводственно-таксационных показателей древостоев ППП свидетельствует, что на ряде пробных площадей наблюдается увеличение таксационных показателей древостоев за период времени, прошедший с момента их закладки до 2010 г. в результате естественного прироста. Исключение составляют древостои ППП-8, ППП-9А и ППП-9Б.

На ППП-8 за прошедшие 12 лет с момента ее закладки наблюдается снижение запаса древостоя с 136 до 87 м<sup>3</sup>/га и относительной полноты древостоя с 0,82 до 0,42, что объясняется интенсивным отпадом древостоя в результате воздействия нефтяного загрязнения почвы.

Снижение запаса в период времени с 1997 до 2010 гг. наблюдается также по причине отпада деревьев в результате воздействия факела для сжигания попутного газа на ППП-9А и ППП-9Б, расположенных в радиусе до 500 м от трубы, причем отпад произошел как в первом, так и во втором ярусах древостоя. Факел ЦПС Южно-Балыкского месторождения, вблизи которого заложены указанные пробные площади, является самым

мощным по объему сжигаемого газа и радиусу рассеивания выбросов загрязняющих веществ из всех изученных в данном районе. Причем, судя по всему, снижения техногенной нагрузки на окружающую среду со стороны указанного производственного объекта за рассматриваемый период времени не произошло, так как факел «работал» все это время в постоянном режиме.

Напротив, факел Кудринского месторождения, вблизи которого в 1996 г. были заложены ППП-1А и ППП-1Б, за исследуемый период времени согласно официальным сведениям практически не эксплуатировался, что создало относительно благоприятные условия для развития на этих участках демутиационных процессов.

Факел ДНС-2 Мамонтовского месторождения, вблизи которого в 1996 г. были заложены ППП-5А и ППП-5Б, периодически эксплуатировался все время наблюдения, но со значительно меньшей интенсивностью, чем факел при ЦПС Южно-Балыкского месторождения. Различие в периодичности работы наблюдаемых факелов объясняется условиями технологического процесса их использования. На ЦПС (центральном пункте сбора и подготовки нефти) собирается попутный газ со всего месторождения в отличие от ДНС (дожимных насосных станций), которые являются промежуточным звеном в цикле сбора и подготовки нефти.

Динамика изменения санитарного состояния древостоев позволяет отметить на ППП-1А за 14 лет наблюдения улучшение санитарного состояния древостоя в целом (изменение средневзвешенного балла с 3,1 до 2,9) и по кедру в частности (соответственно с 2,9 до 2,3 балла). Ухудшение санитарного состояния наблюдается у березы (с 2,6 в 1996 г. до 3,2 в 2010 г.). На ППП-1Б в целом средневзвешенный балл санитарного состояния за период наблюдения увеличился с 2,1 до 2,7. Однако по кедру, ели и пихте он уменьшился соответственно с 2,3; 2,8; 2,2 до 2,0; 2,6; 2,1. По сосне, березе и осине отмечается, напротив, ухудшение санитарного состояния с 1,0; 1,7; 2,0 до 2,7; 3,7; 2,5. В случае сосны это объясняется угнетением тонкомерных деревьев, находящихся под пологом, а в случае лиственных пород – их высоким возрастом (соответственно 109 и 104 года), для которого характерен отпад лиственной части древостоя в пологе смешанных кедровых насаждений (Смолоногов, Залесов, 2002). Аналогичная картина наблюдается и на ППП-3К, где также с течением времени ухудшилось санитарное состояние древостоя в целом с 2,2 до 2,4, а в отношении кедра, ели и пихты, наоборот, улучшилось (соответственно с 2,1; 2,1; 2,2 в 1996 г. до 1,6; 1,6; 1,4 в 2010 г.). Похожая картина наблюдается и на ППП-5А и ППП-5Б.

Древостой ППП-8, подвергшийся сильному нефтяному загрязнению в 1998 г., оценивается как погибший. Единичные сильно ослабленные и усыхающие деревья кедра, ели и березы сохранились по микроповышениям на окраине разлива. На контрольной к ППП-8 пробной площади ППП-

8К отмечается со временем увеличение балла санитарного состояния с 2,0 до 2,8, что в основном связано с возрастным ухудшением состояния деревьев березы, входящей в состав древостоя.

На ППП-9А в основном ярусе древостоя, представленном хвойными породами, отмечается со временем уменьшение среднего балла санитарного состояния с 3,0 до 2,5. В лиственном ярусе, наоборот, процессы интенсивного отпада, связанные с возрастными тенденциями, продолжаются (средний балл изменился с 5,2 до 5,9). Аналогичная картина наблюдается и на ППП-9Б. Разница в том, что разрушение лиственного яруса на ППП-9Б не такое интенсивное, как на ППП-9А, расположенной ближе к трубе факела.

Интересные результаты получены нами при отслеживании динамики естественного лесовосстановления на пробных площадях. Оценка естественного восстановления в 1996 – 1998 гг. проводилась на основе Инструкции... (1984), а в 2010 г. дополнительно была использована шкала Правил лесовосстановления (2007).

Как показали результаты исследования, на ППП-1А наблюдается увеличение численности хвойного подроста под пологом насаждения, причем наибольшее увеличение густоты характерно для подроста кедра, вместе с тем в 2010 г. отмечается полное отсутствие неблагонадежного подроста. Возобновление в целом оценивается по обоим рассматриваемым шкалам как успешное кедром. Аналогичная картина наблюдается на ППП-1Б, причем доля подроста кедра в составе здесь больше, чем на ППП-1А.

На ППП-3, древостой которой в 1993 г. был уничтожен верховым пожаром, произошедшим от неправильной эксплуатации факела, по данным учета 1996 г., возобновление происходило только лиственными древесными породами (в основном березой и ивой). В 2010 г. возобновление на этом участке активно протекает с участием кедра, сосны и ели и оценивается по обоим шкалам как успешное кедром (таблица). Для активизации дальнейшего роста подроста хвойных пород на данном участке целесообразно провести рубки ухода в виде прочисток для удаления части лиственных пород.

Интересно также отметить, что сам котлован факела, в котором непосредственно сжигался попутный газ и почва в котором была прокалена на глубину более 20 см, долгое время не зараставший растительностью (до 2001 г.), в настоящее время на 60 % зарос рогозом широколистным. В центре котлована 40 % его площади занимает открытое зеркало воды. Обваловка котлована факела, в 1993 г. прокаленная на глубину 30 см и представляющая собой спекшуюся шлакообразную массу (в которую превратились верхние горизонты типичной подзолистой почвы в результате высокотемпературного воздействия пламени факела), в настоящее время активно зарастает благонадежным подростом сосны средним возрастом 10 лет, ивой, березой, осинкой. Кроме того, на обваловке поселился живой напоч-

венный покров в виде злаков, осок, мать-и-мачехи, лишайников, гипновых мхов. На склоне ППП-3 в живом напочвенном покрове доминируют зеленые мхи и брусника, что вместе с активными процессами формирования хвойного подроста свидетельствует о восстановлении коренной экосистемы кедровника бруснично-багульниково-зеленомошного.

Динамика естественного лесовосстановления на ППП

№ ППП	Год учета	Порода	Количество подроста, шт./га			Успешность возобновления по шкалам Инструкции...(1984) Правил...(2007)
			жизнеспособного	в том числе в пересчете на крупный	нежизнеспособного	
1	2	3	4	5	6	7
1А	1996	Кедр	1750	1291	250	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	875	708	2125	
		Сосна	-	-	250	
	2010	Кедр	4000	2075	-	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	1000	750	-	
Пихта		500	250	-		
1Б	1996	Кедр	2250	1350	-	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	250	200	-	
		Пихта	750	525	-	
	2010	Кедр	6500	3625	-	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	750	450	125	
		Пихта	1250	1100	-	
3	1996	Береза	30500	-	-	<u>Со сменой пород</u> Со сменой пород
		Осина	2000	-	-	
		Ива	24500	-	-	
	2010	Кедр	7166	3766	-	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Сосна	1167	766	167	
Ель		333	167	-		
3К	1996	Кедр	2537	1827	332	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	1050	879	863	
		Пихта	294	191	148	
	2010	Кедр	6250	3675	-	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	500	325	-	
		Пихта	750	375	-	
5А	1996	Кедр	251	238	749	<u>Со сменой пород</u> Со сменой пород
		Пихта	150	125	-	
		Сосна	500	250	-	
	2010	Кедр	8000	3300	-	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Пихта	1500	600	-	
		Сосна	2000	250	-	
		Ель	500	125	-	
5Б	1996	Кедр	6250	3245	250	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	1749	1203	251	
		Сосна	375	300	-	

## Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7
5Б	2010	Кедр	7750	3875	-	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	1500	750	-	
		Пихта	250	125	-	
8	1998	Кедр	1138	575	1313	<u>Успешное кедром</u> Удовлетворительное кедром
		Ель	88	44	526	
		Береза	963	482	88	
	2010	Кедр	1334	717	1500	<u>Успешное кедром</u> Удовлетворительное кедром
		Ель	367	218	-	
Береза		2500	1884	333		
8К	1998	Кедр	2250	1598	75	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	375	188	-	
		Береза	488	300	-	
	2010	Кедр	14750	9115	1333	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	2500	1634	167	
		Пихта	167	167	-	
Береза		1500	1400	167		
9А	1997	Кедр	3250	2025	1000	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Ель	375	188	125	
		Пихта	3250	1938	4000	
		Береза	500	325	125	
		Осина	500	313	5250	
	2010	Кедр	5500	3300	250	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Пихта	2125	1675	125	
Осина		625	600	125		
9Б	1997	Кедр	2125	1063	625	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Сосна	-	-	125	
		Ель	-	-	125	
		Пихта	1000	500	1250	
	2010	Кедр	10125	5738	125	<u>Успешное кедром</u> Успешное кедром
		Пихта	2750	1600	-	
		Ель	42	21	-	
Сосна		105	60	42		

Увеличение в составе подроста под пологом древостоя кедра характерно также и для ППП-3К. Здесь возобновление оценивается также как успешное кедром.

Если в 1996 г. на ППП-5А возобновление под пологом протекало со сменой пород, то в 2010 г. отмечается значительное увеличение численности в составе подроста кедра, пихты, сосны, а кроме того, отмечено появление ели. По обеим шкалам возобновление оценивается как успешное кедром. Аналогичная тенденция наблюдается на ППП-5Б.

На ППП-8 в 1998 г. возобновление по шкале Инструкции... (1984) отмечалось как успешное кедром, по шкале Правил... (2007) как удовлетворительное кедром (требующее проведения мер содействия). Данное обстоятельство объяснялось присутствием на участке нефтяного разлива частично сохранившегося по микроповышениям подрост хвойных пород. В 2010 г. численность подрост кедра, ели и березы на загрязненном участке даже несколько увеличилась, однако вместе с тем произошло увеличение доли сомнительного и неблагонадежного подрост. Увеличение численности подрост отмечается за счет появления по микроповышениям всходов кедра и ели, а также достаточно активного восстановления березы. С одной стороны, произошедший интенсивный отпад древостоя создал благоприятные условия по освещенности для поселения подрост, с другой – распространение подрост по всему участку сдерживает достаточно высокая концентрация нефти в почве, особенно по микропонижениям. В целом в 2010 г. естественное возобновление оценивается по шкале Инструкции... (1984) как успешное кедром, по шкале Правил... (2007) как удовлетворительное кедром. На контрольной ППП-8К отмечается тенденция увеличения численности подрост кедра, ели и березы, а также появление подрост пихты. Возобновление по обоим шкалам оценивается как успешное кедром.

На ППП-9А и ППП-9Б также со временем отмечается увеличение численности подрост кедра, причем на ППП-9Б в 2010 г. по сравнению с 1997 г. более чем в 4 раза. Во всех случаях возобновление оценивается как успешное кедром.

На ВПП-1А, заложенной в 1997 г. внутри периметра обваловки законсервированного факела, проведение исследований в год закладки показало полное отсутствие подрост хвойных пород. Участок представлял собой отсыпанную песком площадку, покрытую слоем мазута с единичными экземплярами ивы. В 2010 г. внутри периметра обваловки факела можно выделить две зоны: северную – заболоченную часть, характеризующуюся полным отсутствием возобновления, ЖНП представлен осоками и рогозом широколистным; южную – дренированную, характеризующуюся активным возобновлением хвойными породами, живой напочвенный покров представлен злаками, осоками, плаунами, зелеными мхами. Проектное покрытие – 70 %. Следов мазута на поверхности дренированной части не обнаружено. В составе возобновления хвойных пород доминирует кедр. По обоим шкалам возобновление оценивается как успешное кедром.

ВПП-1Б заложена в 1997 г. в горельнике в 40 м от трубы факела. На момент закладки территория представляла собой молодняк осины и березы с отсутствием в составе подрост хвойных пород. В 2010 г. под пологом молодняка отмечается появление единичных экземпляров кедра, ели и со-

сны. В связи с высокой плотностью листовного молодняка требуется проведение прочисток.

Определенный интерес представляет наблюдение за состоянием ВПП-4, заложенной на участке нефтяного загрязнения почвы в 1996 г. На участке проведена комплексная рекультивация в период с 1996 по 2000 г. Биологический этап рекультивации включал внесение в почву минеральных удобрений, микробиологических препаратов, посев трав-мелиорантов (клевер, злаки). Площадь загрязнения составляла 24 га. Характерно отметить, что в тех местах, где посевы не взошли, по микроповышениям отмечается активное возобновление березой, осиной. Единично встречаются кедр и сосна. Участок в 1996 г. для удобства проведения работ по локализации нефтяного загрязнения был разделен на части насыпными дамбами из щебня. По гребням дамб были проложены автомобильные дороги для обеспечения передвижения по участку спецтехники для выполнения рекультивационных работ. В настоящее время дамбы активно возобновляются кедром и сосной. Возраст подроста составляет 8-12 лет.

### **Выводы**

1. За прошедшие 12-14 лет с момента закладки опытных объектов наблюдается тенденция увеличения лесоводственно-таксационных показателей древостоев на пробных площадях, испытывающих слабое и среднее по интенсивности воздействие нефтегазодобычи. В условиях сильного воздействия факелов для сжигания попутного газа и нефтяного загрязнения почв наблюдается снижение запаса и полноты древостоев за счет интенсивного отпада деревьев. Тем не менее увеличение отпада вызывает усиление освещенности и способствует увеличению под пологом количества хвойного подроста.

2. На большинстве ППП и ВПП со временем санитарное состояние хвойной части древостоев улучшается. Ухудшение состояния листовенной части объясняется возрастными особенностями – отпадом перестойных деревьев. Подобная динамика в целом характерна для естественного формирования смешанных кедрово-лиственных лесов Западной Сибири.

3. За анализируемый период времени наблюдается активизация процессов естественного возобновления хвойными породами под пологом насаждений как испытывающих негативное воздействие, так и испытывавших его ранее. В составе хвойного подроста доминирует кедр сибирский. Численность подроста позволяет согласно требованиям нормативных документов оценить возобновление как успешное кедром.

4. Процессы естественного восстановления леса протекают успешно на подфакельных площадках. На участках сильного нефтяного загрязнения, где рекультивация не проводилась, тем не менее имеет место тенденция появления всходов и подроста хвойных пород (кедра, сосны и ели) по



микрорповышениям. Причем наиболее устойчивым к загрязнению почвы из всех хвойных пород в данных лесорастительных условиях является кедр.

5. На рекультивированных комплексным способом участках с посевом трав формируются условия, неблагоприятные для естественного лесовосстановления. Наоборот, в тех условиях, где посев трав не проводился, а были созданы просто искусственные микрорповышения, отмечается накопление жизнеспособного подроста кедра, ели и сосны.

6. Создавая благоприятные условия для последующего роста подроста целесообразно проводить прочистки с целью удаления части лиственных пород (березы, осины, ивы), препятствующих росту хвойных.

7. При снижении техногенной нагрузки наблюдается тенденция естественного восстановления лесных экосистем без вмешательства человека. Скорость данных процессов определяется степенью поражения лесных насаждений и продолжительностью воздействия негативных факторов. Для ускорения процессов естественной рекультивации целесообразно проектировать, где это возможно, технически простые сравнительно малозатратные мероприятия, такие как проведение уходов за молодняками, применение мер содействия естественному лесовосстановлению и др.

8. Процессы естественной рекультивации нарушенных и загрязненных природных экосистем являются достаточно надежной альтернативой применяемым сегодня сомнительным по эффективности технологиям рекультивации (землевание, внесение минеральных удобрений и микробиологических препаратов, посев семян трав-мелиорантов и др.).

9. Для эффективного применения методов естественной рекультивации в условиях интенсивной нефтегазодобычи имеется ряд препятствий. В первую очередь это несовершенство и противоречивость нормативной базы в области рекультивации земель. Так, большинство нормативных документов предписывает природопользователям сдавать земли сразу, практически через несколько дней после проведения рекультивации, что не позволяет увидеть ее результаты и оценить потенциальные возможности природы к самовосстановлению. В связи с этим было бы целесообразно принимать земли лесного фонда только после перевода их в покрытую лесной растительностью площадь, т. е. после смыкания крон деревьев, что являлось бы лучшим доказательством качественно проведенного лесовосстановления и способствовало бы достижению истинных целей рекультивации – приведению лесных земель в первоначальное до воздействия состояние и восстановлению коренных экосистем. В большинстве случаев такой подход вообще бы избавил природопользователей от необходимости проведения рекультивации, ориентируя их на активизацию процессов естественного восстановления нарушенных и загрязненных экосистем там, где это возможно, позволив сэкономить массу средств, которые можно было бы потратить на действительно целесообразные природоохранные мероприятия.

## Библиографический список

- Анучин Н.П. Лесная таксация. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.
- Иванова Е.Н. Классификация почв СССР. М.: Наука, 1976. 227 с.
- Инструкция по сохранению подроста и молодняка хозяйственно ценных пород при разработке лесосек и приемке от лесозаготовителей вырубок с проведенными мероприятиями по восстановлению леса. М., 1984. 16 с.
- Казанцева М.Н. Влияние нефтяного загрязнения на таежные фитоценозы Среднего Приобья: дис. . . . канд. биол. наук. Екатеринбург, 1994. 136 с.
- Мякина Н.Б., Аринушкина Е.В. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. 61 с.
- Пастернак П.С., Ворон В.П., Сельмахова Т.Ф. Воздействие загрязнения атмосферы на сосновые леса Донбасса // Лесоведение. 1993. № 2. С. 28-38.
- Правила лесовосстановления: утв. Приказом МПР России от 16.07.2007 г. № 183. М., 2007.
- Рекомендации по выделению групп типов леса подзоны средней тайги Среднего Приобья. М.: ВНИИЛМ, 1991. 24 с.
- Руководство по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий. М., 2007. 25 с.
- Санитарные правила в лесах РФ. М.: Экология, 1992. 17 с.
- Смолоногов Е.П., Залесов С.В. Эколого-географическая дифференциация и динамика кедровых лесов Урала и Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2002. 186 с.
- Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири. Красноярск, 1991. 146 с.
- Справочное пособие по таксации лесов Сибири. Т. 1 / Е.Л. Беззаботнов, П.М. Верхунов, В.В. Голиков [и др.]; под ред. Э.Н. Фалалеева. Красноярск, 1974. 216 с.
- Сукачев В.Н., Зонн С.В., Мотовилов Г.П. Методические указания по определению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 14 с.
-

**Ю.М. Алесенков, Г.В. Андреев, С.В. Иванчиков**  
(Y.M. Alesenkov, G.V. Andreev, S.V. Ivanchikov)  
Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург



*Алесенков Юрий Михайлович родился в 1946 г. В 1973 г. окончил Донецкий государственный университет по специальности «Биология». В 1983 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата биологических наук по теме «Экологический анализ первичной продукции горных тёмнохвойных лесов Среднего Урала». Работал в Институте экологии растений и животных УрО АН СССР. С 1988 г. – в Институте леса, ныне работает в Отделе лесоведения Ботанического сада УрО РАН старшим научным сотрудником. Опубликовано более 60 печатных работ, посвящённых биопродуктивности, строению, структуре и динамике тёмнохвойных лесов особо охраняемых природных территорий Урала.*

*Андреев Георгий Васильевич родился в 1965 г. В 1987 г. окончил Башкирский сельскохозяйственный институт по специальности «Лесное хозяйство». В 2005 г. защитил диссертацию на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Восстановительно-возрастная динамика тёмнохвойных лесов Южного Урала (на примере северной части западного макросклона)». С 1990 г. – в Институте леса и затем в Ботаническом саду УрО РАН, где работает и в настоящее время научным сотрудником. Опубликовано более 75 печатных работ по лесной типологии, структуре и восстановительно-возрастной динамике тёмнохвойных древостоев Среднего и Южного Урала.*

*Иванчиков Сергей Витальевич родился в 1974 г. В 1998 г. окончил Уральскую государственную лесотехническую академию по специальности «Лесное хозяйство». С 1999 г. работает в Ботаническом саду УрО РАН старшим инженером. Опубликовано около 20 печатных работ по структуре, естественному возобновлению и росту тёмнохвойных древостоев на особо охраняемых природных территориях.*

**ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЧНОГО ВЕТРОВАЛА  
НА ПРИРОСТЫ ДЕРЕВЬЕВ БЕРЕЗЫ И ЕЛИ  
(THE INFLUENCE PARTLYCUL WINDFALL  
ON THE INCREMENTS OF BIRCH AND SPRUCE TREES)**

*Показано изменение приростов деревьев берёзы и ели до и после частичного ветровала. Исследования были проведены в подзоне южной тайги Среднеуральской низкогорной провинции на территории Висимского государственного заповедника Свердловской области.*

*Исследуемый древостой является длительно-производным березняком ельника хвощово-мелкотравного типа леса.*

*In this article the change of birch and spruce trees increments before and after partycul windfall is shown. The research was conducted in southern boreal subzone of Middle Ural low mountain province on the area of Visim state reserve of Sverdlovsk region. The investigated stand is long secondary birch stand of spruce horse-tail and small-grass forest site type.*

Воздействие экзогенных экологических факторов на лесные сообщества провоцирует их адекватный отклик. В данном случае рассматривается реакция древесных растений на воздействие ветровала. Ветровой режим низкогорий Среднего Урала обуславливает разномасштабные нарушения в его лесном покрове и различную реакцию древесных видов на воздействие ветра.

Среди многих работ, связанных изучением последствий ветровала в лесу (Турков, 1979; Скворцова и др., 1983; Васенёв, Таргульян, 1995), незначительное их количество посвящено отклику основного компонента лесных экосистем – древостоя – на этот разрушительный природный фактор (Дыренков, 1984). Выделяется лишь статья С.Г. Шиятова и А.И. Ульянова (1987), где оценено изменение приростов растущих деревьев после ветровала. Эта работа интересна в методическом плане при изучении динамики изменения приростов до и после ветровала и соответственно изменения биопродуктивности лесных экосистем под воздействием разрушительных экзогенных факторов.

Для оценки параметров нарушений, а также отклика на ветровое воздействие деревьев берёзы пушистой и ели сибирской проведены исследования на территории Висимского биосферного заповедника, находящегося согласно схеме лесорастительного районирования Свердловской области (Колесников и др., 1973) в южной подзоне тайги Среднеуральской низкогорной провинции. Тип леса – ельник хвощово-мелкотравный (ТЛУ 362) (Колесников и др., 1973).

Временная пробная площадь (ВПП 47-1) заложена восточнее постоянной пробной площади (ППП-47) в квартале № 45 выдел № 29 (по данным последнего лесоустройства 2000 г.) в пределах опушечного участка сохранившегося леса. Древостой ППП-47 почти полностью вывалился после катастрофического ветровала 1995 г., а древостой ВПП-47-1 разрушен ветровалом лишь частично.

Изучаемый древостой (ВПП-47-1) представляет собой длительно-производный березняк (Колесников и др., 1973). То есть восстановление преобладания ели может произойти за период, превышающий возраст рубки не только берёзы (60 лет), но ели (от 81 до 120 лет) в эксплуатационных лесах. Это подтверждают данные исследований З.И. Синельщиковой (1972, 1973) по восстановительно-возрастной динамике равнинных еловых лесов Зауралья, где показано, что преобладает длительно-производный тип формирования древостоев.

В 2008 г. на ВПП-47-1 был сделан выборочный перечень древостоя на 13 круговых площадках постоянного радиуса ( $r = 7$  м), отбитых при помощи трости таксатора (Анучин, 1982). Общая площадь перечёта составила  $2001 \text{ м}^2$ , или 0,2001 га. Всего было замерено с использованием мерной вилки 80 растущих и 4 сухостойных деревьев берёзы, 48 растущих и 2 сухостойных деревьев ели основного поколения, 12 растущих и 6 сухостойных деревьев ели младшего поколения и 2 крупных дерева ели старшего поколения. Изменчивость общего количества деревьев на площадках составила 45 % при точности в 4 %, достаточной для биологических исследований.

Запас древесины вычислялся по региональным и всеобщим объёмным таблицам (Лимонов и др., 1966; Верхунов и др., 1991; Луганский, Лысов, 1991), но различие запаса древостоев оказалось незначительным.

Для определения возраста и исследования реакции деревьев на ветровал были взяты 11 кернов у деревьев берёзы и 8 кернов у ели: один – у ели старшего поколения ( $d = 30,5$  см), по 3 – у неповреждённых деревьев ели и 3 – у деревьев ели со сломанными вершинами (чаще всего на  $3/4$  высоты дерева, Горячев и Ившин, 1996). Один kern был взят у тонкомерной неповреждённой ели.

В древостое преобладает берёза, поселившаяся на вырубке 1892 г. Его первый ярус составляют единичные крупные деревья ели 117 лет, возникшие из мелкого подроста предварительной генерации и деревьев берёзы 110 лет с амплитудой от 99 до 120 лет (по 7 и 93 % соответственно). Второй ярус представлен елью основного поколения (80 лет), а третий – елью младшего поколения. Абсолютная полнота составила  $21,43 \text{ м}^2/\text{га}$ , а относительная – 0,77. Общий запас стволовой древесины составил по региональным объёмным таблицам  $192 \text{ м}^3/\text{га}$ , а общее количество деревьев – 710 экз./га. Подробная количественная характеристика ВПП-47-1 представлена в табл. 1, где А – средний возраст элемента леса, Н – средняя высота, Д – средний диаметр, N – густота древостоя,  $\sum G$  – сумма площадей сечения, р – относительная полнота, М – запас древостоя.

Таблица 1

## Количественная характеристика растущей части древостоя

Ярус	Состав яруса по М, %	Состав яруса по N, %	Элемент леса	А, лет	Н, м	Д, см	N, экз./га	$\Sigma G$ , м <sup>2</sup> /га	P	M, м <sup>3</sup> /га
1	7	2	Ест	117	25,0	34,1	10	0,91	0,02	11
	93	98	Б	108	21,1	20,9	400	13,76	0,50	133
							410	14,68	0,52	144
2	100	100	Еосн	80	12,7	18,7	240	6,61	0,24	48
3	100	100	Емл	50	4,5	5,7	60	0,15	0,01	0,4
Всего							710	21,43	0,77	192

Примечание. Ест – деревья ели старшего поколения ели, Б – деревья берёзы, Еосн – деревья берёзы основного поколения, Емл – деревья ели младшего поколения.

Замеры радиальных приростов были сделаны на приборе Lintab-5 с точностью до 0,05 мм С.В. Иванчиковым. Наиболее тесно объём ствола (и фитомасса дерева) связан с его площадью сечения, поэтому данные радиального прироста (Zr или Zd) трансформировались также в приросты по площади сечения (Zg) (Алексеев, 2003; Фильрозе, 1987). Статистическая обработка проводилась с использованием электронных таблиц Microsoft Excel. Все расчёты были переведены в приросты стволов на высоте 1,3 м в коре в соответствии с замеренными диаметрами модельных деревьев. Достоверность различия приростов до и после ветровала оценивалась по t-критерию Стьюдента и F-критерию Фишера с использованием однофакторного дисперсионного анализа. Сравнивался прирост деревьев берёзы и ели за 10 лет до ветровала (с 1985 по 1994 гг.) и 10 лет после ветровала (с 1995 по 2004 гг.). Далее обратимся к табл. 2-5.

Условные обозначения в табл. 2-5: Zd – прирост по диаметру, Zg – прирост по площади сечения, M – среднее значение, SD – среднеквадратическое отклонение, SE – ошибка среднего, CV – коэффициент вариации или мера изменчивости,  $\Delta Zd$  и  $\Delta Zg$  – разница в приростах по диаметру и площади сечения дерева до и после ветровала, % от Zd до ветровального и % от Zg до ветровального – проценты от ветровального прироста по диаметру и площади сечения, t – показатель достоверности различия среднего прироста Стьюдента, F – показатель различия изменчивости приростов Фишера.

Из 11 деревьев берёзы уменьшением прироста по диаметру (радиального прироста) на ветровал отреагировало 8 деревьев (см. табл. 2). По-видимому, это обусловлено усилением эффекта парусности деревьев из-за частичного разрушения древостоя. Их прирост по диаметру составил от 44 (модель № 2 d = 32,5 см) до 95 % (модель № 21 d = 24,5 см) доветровального. Лишь дерево № 2 (d = 32,5 см, самое крупное модельное дерево берёзы в 1,6 раза больше среднего диаметра) характеризуется достоверным

уменьшением прироста по диаметру ( $t = 5,219 > t_{\text{табл}}$ ). У остальных деревьев различие в уменьшении прироста недостоверно. Три дерева увеличили прирост от 111 (модель № 17  $d = 28,5$  см) до 130 % (модель № 8  $d = 19,2$  см) от доветровального прироста. В целом же прирост у деревьев берёзы достоверно уменьшился ( $t = 3,012 > t_{\text{табл}}$ ) и составил 83 % от доветровального. Дисперсионный анализ выявил, что различаются приросты до и после ветровала у деревьев № 2 и № 3 ( $F = 25,988 > F_{0,01} = 8,29$  и  $F = 7,549 > F_{0,05} = 4,41$  соответственно), а также у берёзы в целом ( $F = 8,895 > F_{0,01} = 8,29$ ).

Таблица 2

Приросты по диаметру берёзы до и после ветровала

Статистические показатели	Номера модельных деревьев и их диаметр, см											Берёза в среднем
	1 26,0	11 19,8	12 20,5	13 20,5	2 32,5	3 16,7	8 19,2	17 28,0	20 19,0	21 24,5	22 23,0	
До ветровала												
Zd, см	1,74	0,70	1,36	0,60	2,50	0,78	0,52	1,12	0,90	1,66	2,04	1,48
M, см	0,19	0,08	0,15	0,06	0,26	0,08	0,06	0,12	0,11	0,17	0,21	0,15
SD, см	0,07	0,04	0,07	0,02	0,08	0,03	0,03	0,04	0,07	0,03	0,06	0,02
SE, см	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
CV, %	37	51	47	33	30	37	46	33	60	16	30	14
После ветровала												
Zd, см	2,06	0,58	1,07	0,50	1,06	0,46	0,70	1,18	0,49	1,52	1,70	1,22
M, см	0,22	0,06	0,12	0,06	0,11	0,05	0,08	0,13	0,06	0,16	0,18	0,12
SD, см	0,07	0,03	0,06	0,03	0,04	0,02	0,03	0,06	0,04	0,05	0,06	0,02
SE, см	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01
CV, %	31	42	49	54	37	41	39	46	61	32	31	14
Различие												
$\Delta Zd$ , см	0,32	-	-0,29	-	-1,44	-0,32	0,18	0,06	-0,41	-0,14	-0,34	-0,26
% от Zd доветровального	116	78	79	92	44	60	130	111	55	95	84	83
t	1,0	-1,1	-1,1	-0,4	-5,2	-2,8	1,4	0,6	-2,1	-0,4	-1,3	-3,01
F	1,1	0,7	1,0	0,7	26,0	7,5	2,0	0,1	3,0	0,6	1,7	8,9

Аналогично изменились и приросты по площади сечений (см. табл. 3). У 8 деревьев берёзы послеветровальный прирост составил от 45 (модель № 2  $d = 32,5$  см) до 98 % (модель № 21  $d = 24,5$  см) доветровального. Достоверным уменьшение прироста после ветровала оказалось лишь у самой крупной модели № 2 ( $t = -4,980 > t_{\text{табл}}$ ). Прирост по площади сечений берёзы в среднем составил 83 % от доветровального, но различие оказалось статистически недостоверным ( $t = -2,554 < t_{\text{табл}}$ ). Достоверным оказалось различие в приростах до и после ветровала у деревьев № 2 и № 3 ( $F = 24,797 > F_{0,01} = 8,29$  и  $F = 6,387 > F_{0,05} = 4,41$  соответственно), а также у берёзы в целом ( $F = 6,524 > F_{0,05} = 4,41$ ).

Таблица 3

## Приросты по площади сечений берёзы до и после ветровала

Статистические показатели	Номера модельных деревьев и их диаметр, см											Берёза в среднем
	1	11	12	13	2	3	8	17	20	21	22	
	26,0	19,8	20,5	20,5	32,5	16,7	19,2	28,0	19,0	24,5	23,0	
До ветровала												
Zg, см <sup>2</sup>	62,8 3	20,7 4	40,0 6	18,70	118,39	19,4 6	14,9 0	46,2 2	25,69	34,21	32,7 1	39,45
M, см <sup>2</sup>	6,28	2,07	4,01	1,87	11,84	1,95	1,49	4,62	2,57	3,42	3,27	3,94
SD, см <sup>2</sup>	2,53	1,21	2,20	0,63	3,54	0,78	0,76	1,66	1,87	0,55	1,06	0,54
SE, см <sup>2</sup>	0,80	0,38	0,69	0,20	1,12	0,25	0,24	0,52	0,59	0,17	0,34	0,17
CV, %	40	58	55	34	30	40	51	36	73	16	32	14
После ветровала												
Zg, см <sup>2</sup>	80,5 3	17,6 2	33,4 6	16,01	53,38	11,9 2	20,6 2	50,6 8	14,50	33,63	29,6 9	32,91
M, см <sup>2</sup>	8,05	1,76	3,35	1,60	5,34	1,19	2,06	5,07	1,45	3,36	2,97	3,29
SD, см <sup>2</sup>	2,64	0,82	1,87	1,02	2,13	0,53	0,88	2,60	1,09	1,15	0,96	0,60
SE, см <sup>2</sup>	0,83	0,26	0,59	0,32	0,67	0,17	0,28	0,82	0,35	0,36	0,30	0,19
CV, %	33	47	56	64	40	45	43	51	75	34	32	18
Различие												
$\Delta Zg$ , см <sup>2</sup>	17,7 0	-3,12	-6,60	-2,69	-65,02	-7,55	5,72	4,46	-11,19	-0,58	-3,02	-6,53
% Zg от доветровального	128	85	84	86	45	61	138	110	56	98	91	83
t	1,5	-0,7	-0,7	-0,7	-5,0	-2,5	1,6	0,5	-1,6	-0,1	-0,7	-2,6
F	2,4	0,5	0,5	0,5	24,8	6,4	2,4	0,2	2,7	0,0	0,4	6,5

Реакция деревьев ели на ветровал оказалась неоднозначной (см. табл. 4). Достоверно ( $t = 3,528 > t_{\text{табл}}$ ) уменьшился прирост по диаметру у самой крупной ели (модель № 16  $d = 30,5$  см) из-за эффекта парусности и составил 72 % от доветровального. Достоверно ( $t = 4,046-5,995 > t_{\text{табл}}$ ) произошло уменьшение прироста (40-47 % от доветровального) у повреждённых елей со сломанными вершинами. То есть частичное уменьшение ассимиляционного аппарата привело к значительному уменьшению прироста. На остальных четырёх неповреждённых модельных деревьях ели произошло достоверное ( $t = 3,687-6,457 > t_{\text{табл}}$ ) увеличение прироста. Наибольшее увеличение прироста дерева ели (почти в 5 раз) оказалось у самого тонкого модельного дерева № 15 ( $d = 10,0$  см), а наименьшее – 142 % от доветровального – у самой крупной неповреждённой ели основного поколения (модель № 9  $d = 23,5$  см). Дисперсионный анализ показал достоверное различие приростов ели до и после ветровала у всех модельных деревьев. Наименьшее различие в варьировании приростов до и после ветровала оказалось у самого крупного модельного дерева № 16, растущем в основном



ярусе ( $F = 11,826 > F_{0,01} = 8,29$ ), а наибольшее – у сломанного дерева № 7 ( $F = 42,371 > F_{0,01} = 8,29$ )

Таблица 4

Приросты по диаметру ели до и после ветровала

Статистические показатели	Номера модельных деревьев, их состояние, диаметр, см									
	16 30,5	7, слом 14,0	14, слом 17,5	24, слом 14,5	Сломанные	4 19,0	5 19,5	9 23,5	Здоровые	15 10,0
До ветровала										
Zd, см	2,38	1,14	0,66	1,54	1,19	1,29	1,05	2,17	1,59	0,40
M, см	0,24	0,12	0,07	0,16	0,12	0,13	0,11	0,22	0,16	0,04
SD, см	0,05	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,02	0,04	0,03	0,01
SE, см	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
CV, %	21	17	45	25	17	19	21	18	16	33
После ветровала										
Zd, см	1,72	0,44	0,28	0,59	0,47	2,81	2,00	3,06	2,70	1,86
M, см	0,17	0,05	0,03	0,07	0,05	0,30	0,21	0,31	0,28	0,20
SD, см	0,03	0,03	0,01	0,05	0,03	0,11	0,07	0,07	0,07	0,08
SE, см	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
CV, %	19	54	34	65	55	36	34	22	26	38
Различие										
$\Delta Zd$ , см	-0,66	-0,70	-0,38	-0,95	-0,73	1,52	0,95	0,88	1,11	1,45
% от Zd доветровального	72	44	40	47	39	228	197	142	170	469
t	-3,5	-6,0	-4,0	-4,2	-5,6	4,8	4,3	3,7	4,9	6,5
F	11,8	42,4	12,6	23,0	38,4	18,8	12,5	15,6	21,2	35,9

Сходным образом изменились приросты по площади сечений ели (см. табл. 5).

У повреждённых елей они достоверно ( $t = 3,532-6,105 > t_{\text{табл}}$ ) уменьшились и составили 41-43 % от доветровального. У самого крупного модельного дерева ели (модель № 16  $d = 30,5$  см) прирост составил 78 % от доветровального. Но различие в приростах до ветровала и после ветровала этого дерева оказалось статистически недостоверным ( $t = 2,700 < t_{\text{табл}}$ ). У неповреждённых экземпляров ели прирост по площади сечений составил от 160 (модель № 9  $d = 23,5$  см, самое крупное дерево) до 525 % (модель № 15  $d = 10,0$  см, самое тонкое дерево). У этих же модельных деревьев различие в приростах по площади сечений до и после ветровала оказалось достоверным ( $t = 4,148-5,937 > t_{\text{табл}}$ ). Приросты до и после ветровала достоверно различаются и по F-критерию. Наименьшее значение F-критерия ( $F = 7,545 > F_{0,05} = 4,41$ ) оказалось у самого крупного дерева, а максимальное ( $F = 38,244 > F_{0,01} = 8,29$ ) – в целом у сломанных деревьев.

Таблица 5

## Приросты по площади сечений ели до и после ветровала

Статистические показатели	Номера модельных деревьев, их состояние									
	16 30,5	7, слом 14,0	14, слом 17,5	24, слом 14,5	Сло- ман- ные	4 19,0	5 19,5	9 23,5	Здо- ро- вые	15 10,0
До ветровала										
Zg, см <sup>2</sup>	103,00	23,22	17,46	31,93	24,20	31,93	31,42	28,42	41,99	5,04
M, см <sup>2</sup>	10,30	2,32	1,75	3,19	2,42	3,19	3,14	2,84	4,20	0,50
SD, см <sup>2</sup>	2,08	0,40	0,85	0,87	0,40	0,61	0,56	1,07	0,63	0,17
SE, см <sup>2</sup>	0,66	0,12	0,27	0,27	0,13	0,19	0,18	0,34	0,20	0,05
CV, %	20	17	49	27	16	19	20	16	15	33
После ветровала										
Zg, см <sup>2</sup>	80,06	9,49	7,54	13,18	10,07	77,50	58,90	105,57	80,66	26,47
M, см <sup>2</sup>	8,01	0,95	0,75	1,32	1,01	7,75	5,89	10,56	8,07	2,65
SD, см <sup>2</sup>	1,63	0,59	0,27	1,07	0,60	3,15	2,25	2,47	2,35	1,1
SE, см <sup>2</sup>	0,51	0,19	0,08	0,34	0,19	1,00	0,71	0,78	0,74	0,4
CV, %	20	62	35	81	60	41	38	23	29	43
Различие										
$\Delta Zg$ , см <sup>2</sup>	-22,95	-13,73	-9,92	-18,75	-14,13	46,08	30,48	39,43	38,66	21,4
% от Zg доветровального	78	41	43	41	42	247	207	160	192	525
t	-2,7	-6,1	-3,5	-4,3	-6,2	4,5	4,1	4,6	5,0	5,9
F	7,5	37,3	12,5	18,5	7,5	20,6	17,2	21,4	20,6	35,3

Вышеизложенный материал позволяет сделать следующие выводы.

Реакция растущих деревьев берёзы на ветровал отрицательна – у большинства модельных деревьев наблюдается уменьшение прироста. Приросты модельных деревьев до и после ветровала как по диаметру, так и по площади сечений составили всего 83 % от доветровального и достоверно различаются. Это обусловлено возрастом берёзы (более 100 лет), когда начинается естественный распад древостоя.

Реакция ели неоднозначна. У сломанных деревьев прирост и по диаметру, и по площади сечений достоверно уменьшился и составил менее половины от доветровального. Из-за эффекта парусности и возможного повреждения корневых систем уменьшился прирост у крупных деревьев старшего поколения. У неповреждённых деревьев ели основного поколения приросты достоверно увеличились. В наибольшей степени увеличение прироста наблюдается у тонкомера.

Аналогичным способом можно рассчитать уменьшение или увеличение не только радиальных и приростов по площади сечений, но и запасов растущих и повреждённых деревьев, а также древостоев после несплошных рубок (или изменение биопродуктивности лесных экосистем под

воздействием ветровалов) и сделать для этого явления экономическую оценку.

### Библиографический список

Алексеев А.С. Мониторинг лесных экосистем: учеб. пособие. СПб.: СПбГЛТА, 2003. 116 с.

Анучин Н.П. Лесная таксация: учебник. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Васенёв И.И., Таргульян В.О. Ветровалы и таёжное почвообразование. М.: Наука, 1995. 247 с.

Верхунов П.М. и др. Лесотаксационный справочник для лесов Урала (нормативные материалы для Пермской, Челябинской, Свердловской и Курганской областей, Башкирской АССР): справочник / П.М. Верхунов, А.В. Попова, В.Л. Черных, И.В. Мамаев. М.: ЦБНТИлесхоз, 1991. Ч. I, II. 483 с.

Горячев В.М., Ившин А.А. Влияние катастрофического бурелома на состояние древостоя кедровельника хвощово-мшистого в Висимском заповеднике // Проблемы заповедного дела : матер. науч. конф. Екатеринбург, 1996. С. 40-42.

Дыренков С.А. Структура и динамика таежных ельников. Л.: Наука, 1984. 172 с.

Колесников Б.П., Зубарева Б.П., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области: практ. руководство. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. 176 с.

Лимонов Е.И. и др. Полевой справочник лесоустроителя: справочник / Е.И. Лимонов, Ю.Н. Полянский, В.И. Сухих, Л.А. Чернышова. Горький: Волго-Вятское кн. изд-во, 1966. 172 с.

Луганский, Н.А., Лысов Л.А. Березняки Среднего Урала: моногр. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 100 с.

Синельщикова З.И. Развитие елово-берёзовых древостоев на между-речье Тавда-Конда // Южно-таёжные леса Западной Сибири. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1972. (Труды ИЭРиЖ. Вып. 83. С. 99-130).

Синельщикова З.И. Динамика ельника кисличникового и ельника липнякового в южно-таёжных лесах Зауралья // Экология. 1973. № 5 С. 39-45.

Скворцова Е.Б., Уланова Н.Г., Басевич В.Ф. Экологическая роль ветровалов М.: Лесн. пром-сть, 1983. 132 с.

Турков В.Г. О вывале деревьев ветром в первобытном лесу как биогеоценоотическом явлении (на примере горных пихтово-еловых лесов Среднего Урала) // Тёмнохвойные леса Среднего Урала. АН СССР Свердловск: УНЦ АН СССР, 1979. (Тр. ИЭРиЖ УНЦ Вып. 128. С.121-140).

Фильрозе Е.М. Выявление и оценка этапов роста деревьев и насаждений // Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании. Иркутск, 1987. С. 206-211.

Шиятов С.Г., Ульянов А.В. Опыт датировки вывалов при помощи дендрохронологических методов // Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании. Иркутск, 1987. С. 279-284.



УДК 630\*231\*1

**О.В.Толкач**

(O.V.Tolkach)

(Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург)



*Толкач Ольга Владимировна родилась в 1955 г. Окончила в 1978 г. Уральский лесотехнический институт. Кандидат сельскохозяйственных наук. В настоящее время работает в Ботаническом саду Уральского отделения РАН г. Екатеринбурга старшим научным сотрудником лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования. Имеет 105 печатных публикаций по лесоведению, дендрохронологии, физическим свойствам и химическому составу почв.*

## **СОСНОВЫЙ ПОДРОСТ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО И РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ЗЕЛЕННЫХ ЗОНАХ г. ЕКАТЕРИНБУРГА (PINE UNDERGROWTH AT DIFFENT COMBINATIONS OF TECHNOLOGICAL AND RECREATIONAL IMPACT ON GREEN AREAS OF THE CITY OF EKATERINDURG)**

*В зеленой зоне г. Екатеринбурга исследовано влияние на подрост факторов техногенного и рекреационного воздействия. Установлено, что сосновыми насаждениями не утрачен потенциал естественного возобновления хвойными породами. Отсутствие хвойного подроста в некоторых вариантах техногенного загрязнения в первую очередь обусловлено затенением почвы подлесочными породами.*

*Action of technogenic pollution factors and the recreational influence on undergrowth in a green zone of Ekaterinburg has been investigated. It is established, that, despite of the anthropogenic influence, the potential of natural renewal of forest by coniferous breeds in pine stands was kept.*

*However coniferous undergrowth is absent at technogenic pollution owing to the strong shadowing of soil by forest breeds shrub layer.*

Проблема влияния крупных промышленных городов на лесные экосистемы изучалась и изучается достаточно широко (Скрипальщикова и др., 2009; Толкач и др., 2008). Ведутся мониторинговые наблюдения за процессами трансформации компонентов лесных экосистем, которые в будущем не только позволят дать прогноз их состояния, но и наметить комплекс мероприятий по поддержанию устойчивости лесов (Рысин, и др., 2003). Однако в известных нам работах в отличие от настоящего исследования авторам не всегда удавалось разделить техногенный и рекреационный факторы и их влияние на подрост. И если техногенное воздействие на нижние ярусы смягчается пологом древостоя и является хроническим процессом, то рекреация проявляется в нарушении среды обитания и механических повреждениях растений.

Цель работы – установить в количественном и качественном плане состояние подроста в зеленой зоне г. Екатеринбурга и оценить влияние на него факторов техногенного и рекреационного воздействия.

Район исследований по лесорастительному районированию Б.П. Колесникова (1973) приурочен к южно-таежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции. Работа проводилась на 12 постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в дендрарии Ботанического сада УрО РАН, Юго-Западном лесопарке; в районе озер Чусовского и Глухого. Исследовались насаждения сосняка разнотравного (*Pinus silvestris* L.) II-III классов бонитета V-VIII классов возраста. ППП заложены в трех повторностях в насаждениях с учетом воздействия одного или двух антропогенных факторов: техногенного (З), рекреационного (Р). Знаком «+» отмечалось наличие фактора, знаком «-» – его отсутствие. На пробных площадях воздействие распределялось следующим образом: оз. Глухое Р-З- (контроль); дендрарий Р-З+; оз. Чусовское Р+З-; Юго-Западный лесопарк Р+З+. По результатам картирования было установлено, что согласно ОСТ 56-100-95 (1995) на участках с комбинацией антропогенных воздействий Р+З+ППП 1 и 2 имеют четвертую, а ППП 3 – третью степень рекреационной дигрессии. Все ППП с комбинацией антропогенных воздействий Р+З – имеют пятую степень рекреационной дигрессии. Подрост по породам, высоте и жизненному состоянию растений описывался на учетных площадках размером 2х2 м в 30 повторностях на каждой ППП (Колесников, 1973, Побединский, 1966). Затем вычислялись средние данные по каждому варианту воздействия антропогенных факторов на подрост, коэффициент встречаемости, который в сочетании с количественными показателями указывает на схему размещения растений по площади: единично, равномерно, биогруппами с плотным или редким произрастанием в них особей.

Одними из первых признаков антропогенной трансформации лесных насаждений являются изменения в нижних ярусах растительности, а критерием устойчивости – состояние потенциального лесовозобновления.

Поскольку эдификатором рассматриваемых лесных насаждений являются сосновые древостои наличие жизнеспособного соснового подроста обеспечивает смену материнского полога естественным путем. Однако исходя из представленных на рис. 1 данных очевидно, что в результате комбинаций антропогенного воздействия Р+З+ (83 экз/га) и Р-З+ (0 экз/га) сосновый подрост фактически отсутствует.

Такая ситуация могла бы сложиться в результате пагубного воздействия загрязнения в этих группах ППП. Однако на наш взгляд, более реальным выглядит предположение об угнетающем влиянии густого подлеска на рост и развитие всходов сосны, поскольку наиболее густой подлесок наблюдается на ППП с комбинацией воздействия Р+З+ , где его количество составляет около 62 тыс. экз./га. На втором месте по количеству растений подлеска (60 тыс. экз./га) находятся ППП с комбинацией воздействия Р-З+. На ППП с рекреационным влиянием Р+З- количество подлесочных видов составляет 30 тыс. экз./га, на контроле – 7 тыс. экз./га. Кроме того, количество подлеска высотой 3 м и выше на ППП Р+З+ составляет 9361 шт./га, что в 4 раза больше, чем на ППП Р+З-, т. е. налицо дефицит освещенности.

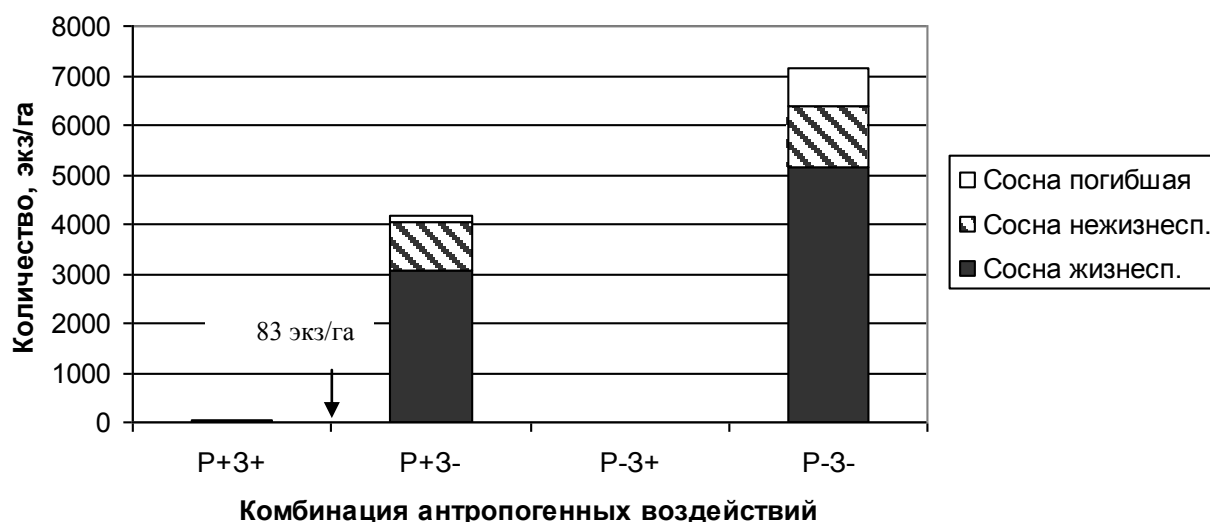


Рис. 1. Количество соснового подроста на ППП с различными комбинациями антропогенных воздействий, экз./га

На ППП Р+З- подроста значительно больше, хотя и его недостаточно для поддержания оптимальной возрастной структуры древостоя. На этих ППП растения не страдают от недостаточной освещенности, так как под пологом складывается «опушечный» эффект за счет безлесных пространств, занимающих около 28-31 % площадей ППП. Состояние подроста в количественном и качественном плане в этих условиях могло бы быть лучше, если бы рекреантами не наносились механические повреждения растениям, в результате которых было уничтожено до 80 % от общего числа погибших растений подроста от 1 до 3 м высотой. Подрост листвен-

ных пород наиболее представлен на ППП Р-З-(береза 3.2 тыс. экз/га) и ППП З-Р+ (береза – 1.3 и осина – 1.6 тыс. экз./га). Его присутствие явным образом не связано с комбинациями антропогенных воздействий на лесные насаждения, но в дальнейшем может повлиять на возрастную структуру подроста. Коэффициент встречаемости соснового подроста на ППП З+Р+ и З+Р- ожидаемо невысокий исходя из вышеприведенных причин, а на ППП З-Р+ благодаря эффекту опушки он выше (табл. 1).

Таблица 1

Встречаемость хвойного и лиственного подроста на ППП с различными комбинациями антропогенных воздействий, %

Порода	Комбинации нагрузки			
	Р+З+	Р+З-	Р-З+	Р-З-
Сосна обыкновенная — <i>Pinus sylvestris</i> L.	2,22	25,5	0	37,3
Ель сибирская — <i>Picea obovata</i> Ledeb.	0	1,1	0	5,3
Лиственница сибирская — <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	0	0	0	2,67
Пихта сибирская — <i>Abies sibirica</i> Ledeb.	0	0	7,8	0
Береза* — <i>Betula sp.</i>	1,1	17,8	0	38,7
Осина — <i>Populus tremula</i> L.	3,3	36,7	0	6,67
* Подрост березы по видам не подразделялся.				

Сходство между ППП с различными комбинациями антропогенных воздействий, рассчитанное по коэффициенту Жаккара, отсутствует (табл. 2). Наиболее близки по этому показателю контроль (З-Р-) и участки З-Р+.

Таблица 2

Характеристика сходства ППП по количеству подроста с различными комбинациями антропогенных воздействий по коэффициенту Жаккара

Комбинация воздействия	Р+З+	Р+З-	Р-З+	Р-З-
Р+З+	0	0,03	0	0,02
Р+З-	0,03	0	0	0,45
Р-З+	0	0	0	0
Р-З-	0,02	0,45	0	0

Наилучшая вертикальная структура подроста сформировалась на участках с комбинацией воздействия Р+З-. Несколько хуже она на контроле: там по неизвестным причинам отсутствует подрост средней величины (рис. 2).

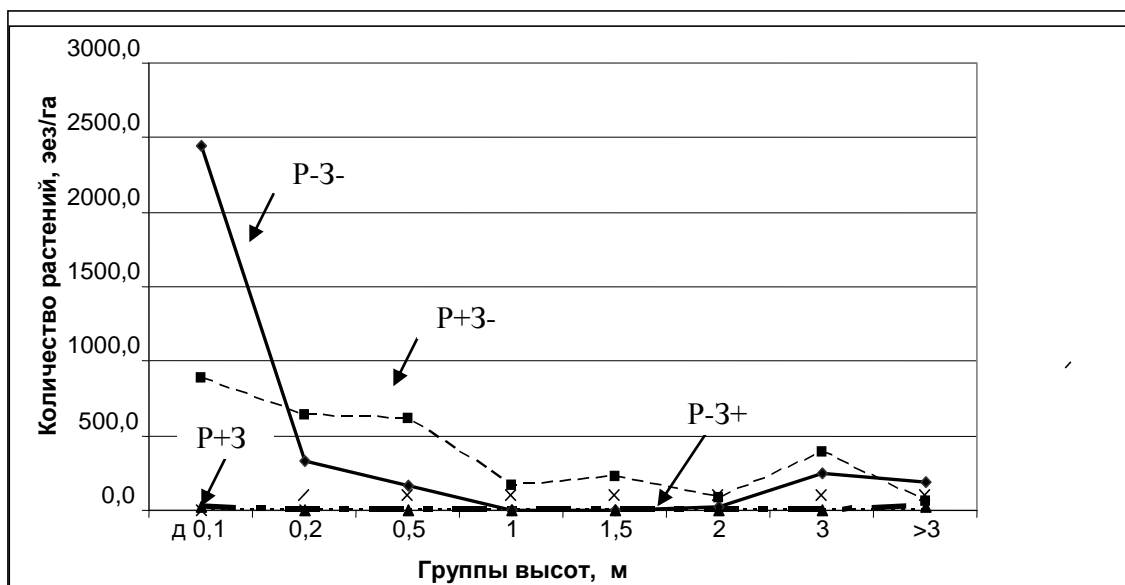


Рис. 2. Количество жизнеспособного подроста сосны по группам высот на ППП с различными комбинациями антропогенных воздействий, экз/га

Таким образом, на участках с различными комбинациями антропогенного воздействия количества жизнеспособного хвойного подроста недостаточно для обеспечения естественного лесовосстановительного процесса.

В то же время следует отметить, что потенциал у лесных насаждений достаточно высокий, если ориентироваться на количество всходов (рис. 3), хотя на ППП P-3+ и P+3+ всходы практически полностью погибают, а на ППП P+3- и на контроле имеется самосев сосны 919 шт./га и 1750 шт./га соответственно. Причины гибели всходов требуют дополнительного изучения на ППП в городской черте.

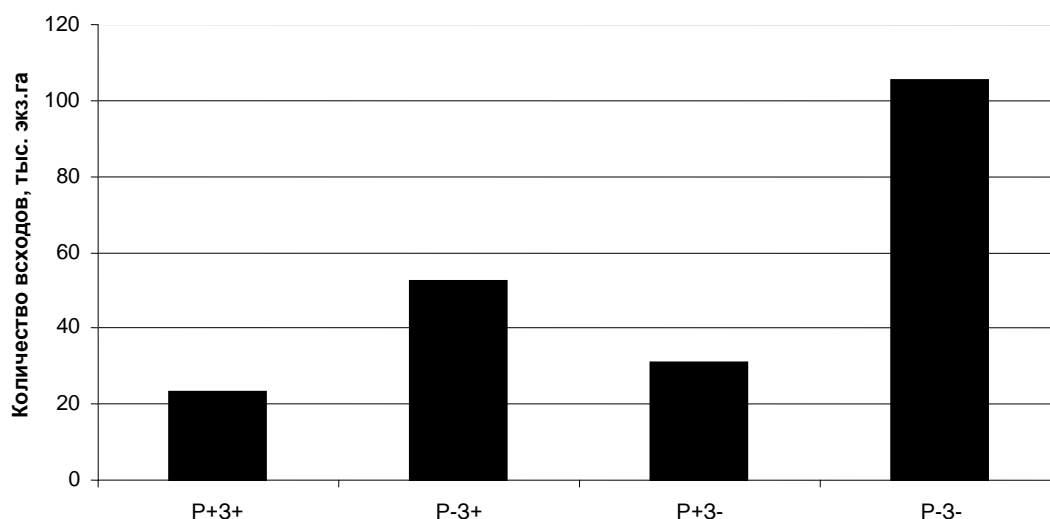


Рис. 3. Количество всходов сосны на ППП с различными комбинациями антропогенных воздействий, тыс.экз./га



Предварительными опытами по проращиванию семян с ППП с различными комбинациями антропогенного воздействия не было выявлено значимого влияния какого-либо из факторов на качество семян (рис. 4). Однако по данному вопросу требуется дополнительное исследование, так как предварительное проращивание производилось на недостаточно репрезентативной выборке.

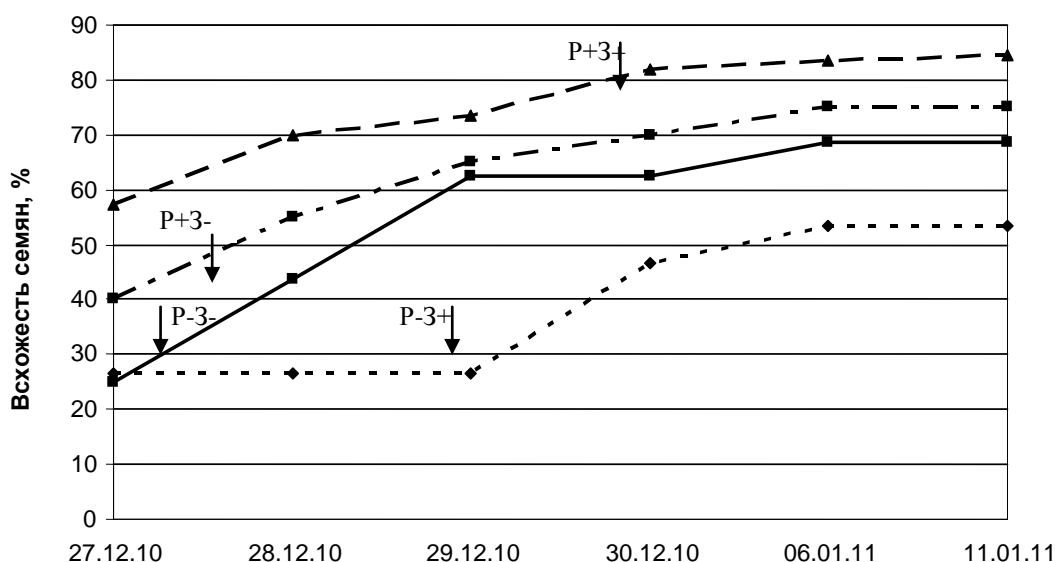


Рис. 4. Динамика всхожести семян на ППП с различными комбинациями антропогенных воздействий, % нарастающим итогом

Таким образом, в зеленой зоне города на исследованных площадях имеется потенциал естественного возобновления лесных насаждений хвойными породами. Однако условия, сложившиеся под пологом древостоев в зоне техногенного загрязнения, приводят к полной элиминации всходов. По нашему мнению, отсутствие хвойного подроста в первую очередь связано с сильным затенением почвы подлесочными породами. Влияние загрязнения на жизнеспособность всходов необходимо уточнить при дальнейшей работе. Рекреационное воздействие (без воздействия загрязнения) на подрост проявляется в его механическом повреждении. В то же время за счет увеличения бокового освещения с безлесных вытоптанных участков количество подроста под пологом древостоев достаточно большое, хотя и ниже, чем на контроле.

Работа выполнена при поддержке целевого проекта УрО РАН «Функционирование лесных насаждений в крупном промышленном городе: разделение вклада рекреации и загрязнения» (рег. № 09-И-4-2002).

## Библиографический список

Колесников Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Свердловск, 1973. 175 с.

Рысин Л.П. и др. Мониторинг рекреационных лесов / Л.П. Рысин, Л.И. Савельева, Г.А. Полякова [и др.]; ОНТИ ПНЦ РАН. М., 2003. 167 с.

ОСТ 56-100-95. Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы. М., 1995. 8 с.

Побединский А.В. Изучение лесовосстановительных процессов. М.: Наука, 1966. 64 с.

Скрипальщикова Л.Н. и др. Экологическое состояние пригородных лесов Красноярска / Л.Н. Скрипальщикова, А.И. Таринцев, О.Н. Зубарева [и др.]. Новосибирск: Гео, 2009. 179 с.

Толкач О.В., Черноусова Н.Ф., Добротворская О.Е. Лесопарки как составляющая городских экосистем // Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития. Ишим, 2008. С. 151-152.



УДК 630\*524.39+630\*174.754

**\*В.А.Усольцев, \*\*Е.Л. Воробейчик,  
\*А.В. Борников, \*А.С. Жанабаева,  
\*А.В. Бачурина, \*Е.В. Кох, \*А.Т. Мезенцев,  
\*В.В. Крудышев, \*И.С. Лазарев  
(V.A. Usoltsev, E.L. Vorobeichik,  
A.V. Bornikov, A.S. Zhanabayeva,  
A.V. Bachurina, E.V. Koch, A.T. Mezentsev,  
V.V. Krudyshev, I.S. Lazarev)**

(\*Уральский государственный лесотехнический университет;  
\*\*Институт экологии растений и животных УрО РАН)



*Усольцев Владимир Андреевич родился в 1940 г., окончил в 1963 г. Уральский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор Уральского государственного лесотехнического университета, Заслуженный лесовод России. Имеет около 460 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.*



*Воробейчик Евгений Леонидович родился в 1965 г., окончил Днепропетровский государственный университет в 1987 г., доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе Института экологии растений и животных УрО РАН, заведующий лабораторией экотоксикологии популяций и сообществ. Имеет 85 печатных работ по проблемам влияния промышленного загрязнения на наземные экосистемы*



*Борников Александр Вячеславович родился в 1987 г., окончил лесохозяйственный факультет Оренбургского государственного аграрного университета в 2009 г. Имеет 16 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.*



*Жанабаева Асия Сиркбаевна родилась в 1987 г., окончила лесохозяйственный факультет Оренбургского государственного аграрного университета в 2009 г. Имеет 15 печатных работ по проблемам оценки и моделирования биологической продуктивности лесов.*



*Бачурина Анна Владимировна родилась в 1983 г., окончила лесохозяйственный факультет Уральского государственного лесотехнического университета в 2005 г. Имеет 14 печатных работ по проблемам оценки продуктивности лесов.*



*Кох Елена Викторовна родилась в 1974 г., окончила Уральский государственный лесотехнический университет в 1996 г., аспирант УГЛТУ. Имеет 8 публикаций, в том числе одну монографию.*



*Мезенцев Александр Трофимович родился в 1954 г., окончил в 1981 г. электротехнический факультет Уральского электромеханического института инженеров транспорта. Аспирант УГЛТУ, имеет 6 печатных работ по проблемам оценки продуктивности лесов.*



*Крудышев Владимир Валерьевич родился в 1982 г., в 2004 г. окончил Уральскую государственную сельскохозяйственную академию, а в 2009 г. – Уральский институт государственной противопожарной службы МЧС России. Аспирант УГЛТУ, имеет 5 печатных работ по проблемам оценки продуктивности лесов.*



*Лазарев Иван Сергеевич родился в 1987 г., окончил Уральский институт государственной пожарной службы МЧС России в 2009 г. Аспирант УГЛТУ, имеет 2 печатные работы по проблемам оценки продуктивности лесов.*

## **РЕАКЦИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ НАСАЖДЕНИЙ НА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОТ КАРАБАШСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО КОМБИНАТА (REACTION OF BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF FORESTS ON THE KARABASH COPPER PLANT POLLUTIONS)**

*Проанализировано изменение фитомассы и чистой первичной продукции (ЧПП) естественных древостоев березы в зависимости от индекса токсичности в градиенте загрязнений от Карабашиского медеплавильного комбината.*

*Change of biomass and net primary production of natural birch forest stands in relation to toxic index in pollution gradient near Karabash copper plant is studied.*

В настоящее время выполнено много исследований изменения лесных экосистем, испытывающих действие выбросов промышленных предприятий. Однако в большинстве случаев подобные работы носят сугубо прикладной характер и направлены на достижение чисто утилитарных целей (например, экспертная оценка состояния экосистем возле конкретного предприятия, картирование «экологической ситуации» в конкретном районе, поиск хороших» биоиндикаторов и т.д.). При этом фундаментальные проблемы, в частности анализ механизмов устойчивости экосистем, либо остаются вообще вне рамок рассмотрения, либо затрагиваются попутно, без организации специальных исследований. И хотя перспективность анализа зависимостей «доза-эффект» на экосистемном уровне, дающих прямой выход на проблему устойчивости, была декларирована еще в середине 1970-х, попытки их построения немногочисленны (Алексеев, Тарасов, 1990; Арманд и др., 1991; Салиев, 1988; Воробейчик и др., 1994; Воробей-

чик, Хантемирова, 1994; Воробейчик, 1995, 2004; Михайлова, Воробейчик, 1995).

Причины этого вытекают из прикладного характера большинства подобных исследований, что обусловлено недостаточным количеством экспериментальных точек для адекватного представления траектории реакции экосистемы, нарушением принципа синтопности регистрации параметров биоты и содержания токсикантов. В идеале экспериментальный полигон должен представлять территорию, в пределах которой крупный длительно действующий (порядка 50-80 лет) точечный источник эмиссии поллютантов «погружен» в фоновую (т.е. подверженную действию только региональных выпадений поллютантов) среду.

Обширные пространства фоновой среды Урала в сочетании с наличием крупных длительно действующих источников выбросов позволяют приблизиться к идеалу и предоставляют возможность заниматься экспериментальными работами с целыми экосистемами на уровне территориальных комплексов. Площадь лесов России, подверженных аэротехногенному воздействию, составляет около 1,5 млн га, из них значительная доля приходится на Урал, где одним из наиболее интенсивных источников токсичных выбросов в атмосферу является медеплавильное производство, в частности Карабашский медеплавильный завод (КМК) в Челябинской области.

Наше намерение сконцентрироваться на анализе данных, собранных вблизи точечных источников загрязнения, вызвано отнюдь не переоценкой значимости локальных эффектов. Нет сомнений в том, что относительно небольшое увеличение выпадений поллютантов на региональном и глобальном уровнях может привести к гораздо более серьезным последствиям, чем локальное воздействие даже очень крупных источников выбросов. Тем не менее локальное воздействие на биоту лучше подходит для исследования зависимостей «доза-эффект» и анализа устойчивости экосистем. В дальнейшем выявленные на локальном уровне закономерности могут быть использованы при прогнозе эффектов на региональном и глобальном уровнях.

В качестве стрессового фактора рассматривается многолетнее аэрогенное поступление токсичных веществ (в данном случае только микроэлементов) от точечного источника промышленных выбросов, формирующее крупную геохимическую аномалию (ее действие на биоту особенно контрастно выражено в условиях сильного естественного или искусственного подкисления среды). Степень проявления аномалии экспоненциально убывает с удалением от ее центра (источника эмиссии поллютантов), и соответственно на экосистемы накладывается градиент нагрузки. Величину нагрузки в конкретной точке пространства можно достаточно точно измерить по степени выраженности аномалии (например, по превышению фоновых концентраций элементов-маркеров аномалии в природных депонирующих средах).

Устойчивость экосистемы оценивается на основе анализа траектории ее реакции на действие стрессового фактора. Базируясь на принципе пространственно-временных аналогий, пространственный градиент нагрузки от центра аномалии до ее периферии в первом приближении можно интерпретировать как увеличение нагрузки во времени в конкретной точке пространства. «Остается лишь» зарегистрировать параметры состояния экосистем в пространственном градиенте так, чтобы полученная зависимость «доза-эффект» («нагрузка-параметр») была пригодна для корректной аппроксимации уравнениями регрессии и количественного анализа. Это может быть достигнуто при наличии большого количества экспериментальных точек, достаточно репрезентативно представляющих весь градиент нагрузки.

Анализ дозовых зависимостей заключается в нахождении координат критических точек. Под ними понимаются точки перегиба функции, описывающей траекторию реакции экосистемы. Особый интерес представляет верхняя критическая точка, соответствующая началу наиболее стремительного изменения параметра. Устойчивость выражается в единицах фактора (например, количество раз превышения фоновых концентраций поллютантов) и представляет собой отрезок от его фоновых значений до значений в верхней критической точке. В качестве показателей «эффекта» регистрируются параметры состояния экосистемы. Такой методологический подход был, в частности, реализован для оценки изменения запаса стволовой древесины в градиенте загрязнения вблизи Среднеуральского медеплавильного завода (рис. 1).

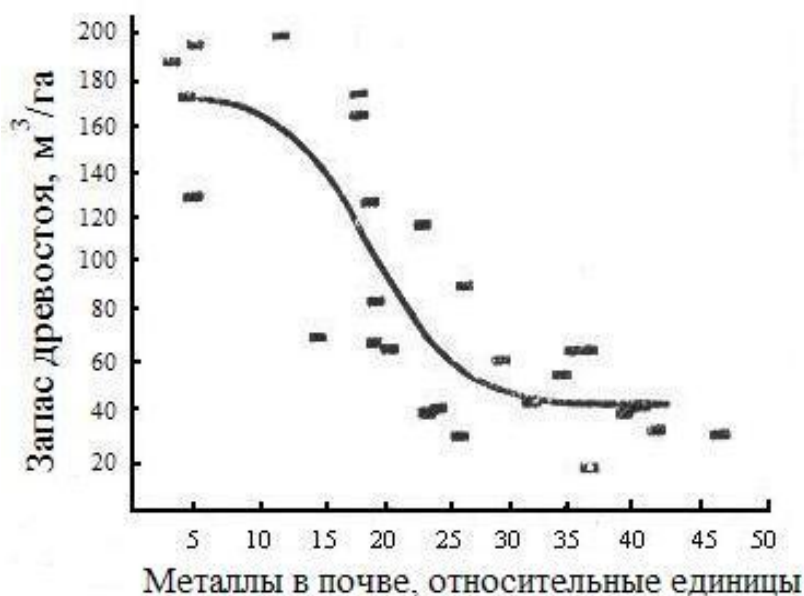


Рис. 1. Зависимости «доза – эффект» для запаса стволовой древесины пихтарников вблизи Среднеуральского медеплавильного завода (Воробейчик, Хантемирова, 1994)

Для большого количества параметров наземных экосистем было установлено, что реакция биоты на токсическую нагрузку имеет нелинейный характер (Воробейчик и др., 1994; Воробейчик, Хантемирова, 1994; Воробейчик, 2004): на постепенное повышение дозы загрязнений экосистемы реагируют не соответствующим постепенным изменением, а резким срывом в иное состояние. Это явление известно как гистерезисный (Ведюшкин, 1989), или триггерный эффект (Алексеев, 1976), в терминах теории катастроф представляемый как «складка» (Чиллингуорт, 1979).

Наше исследование выполнено в зоне токсичных выбросов КМК с целью определения пределов устойчивости естественных березовых насаждений на основе анализа зависимостей «доза-эффект». В качестве показателей «эффекта» регистрируются показатели биологической продуктивности насаждений – фитомасса и ее годичный прирост – в градиенте загрязнений от КМК. Методика полевых работ изложена ранее (Усольцев и др., 2011). Таксационная характеристика объектов и полученные на них значения фитомассы и ее годичного прироста, или чистой первичной продукции (ЧПП), приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Таксационная характеристика березовых древостоев пробных площадей в градиенте загрязнений от Карабашского медеплавильного комбината

Удаление от КМК, км	Породный состав	Возраст, лет	Класс бонитета	Число деревьев на 1 га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Площадь сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,5	10Б	69	II	832	15,1	19,0	14,9	102
3,5	10Б+Ол	69	II	1168	14,0	18,2	17,9	120
3,5	10Б+С	70	I	768	18,5	21,2	20,7	152
3,8	10Б+С	50	IV	1072	15,3	14,2	19,4	151
3,8	10Б+С	69	II	960	14,3	18,4	24,9	104
3,8	10Б	70	II	752	17,3	20,4	17,7	128
3,8	10Б	70	II	736	19,7	21,9	22,5	170
4,8	9Б1С	45	III	1178	14,1	13,7	17,6	134
8,5	10Б	40	III	1239	14,9	15	21,76	168
9,1	10Б+С	45	III	1217	15,1	15,1	21,55	166
9,2	6Б4Ос	71	I	832	18,7	21,9	22,9	153
9,1	10Б	63	I	1152	16,0	20,2	23,2	142
9,2	10Б+Ос	69	I	960	18,0	21,4	34,1	223
10,6	9Б1Ос	66	I	1536	16,8	21,6	34,0	214
10,6	7Б2Ос1С	78	I	768	21,5	25,3	27,8	201
10,6	8Б2С	62	I	1802	15,7	20,7	43,2	211
12,3	9Б1Ос	72	I	960	21,0	23,3	33,5	359
12,3	9Б1Ос	57	I	1408	15,0	19,5	24,8	233
12,3	10Б	63	I	1264	17,1	21,1	29,2	290

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13,1	10Б+С	50	II	740	21,5	19,5	26,6	233
17,5	7Б2С1Ос	50	III	796	21	17,8	25,57	225
18,5	10Б+С	69	I	912	22,0	24,9	34,8	389
18,5	10Б	71	I	720	23,2	25,6	30,5	350
18,5	10Б+Ос	72	I	848	23,5	25,8	36,7	424
25,8	10Б+Ос	72	I	800	21,6	26,2	29,3	402
25,7	10Б+Ос	68	I	1168	19,0	23,6	33,1	407
25,8	10Б	74	I	752	22,8	27,3	30,7	440
28,7	9Б1С	71	I	912	20,9	25,5	31,3	418
28,7	9Б1Лц+С	72	I	960	21,5	26,1	34,8	475
28,7	8Б2Ос+С	68	I	832	21,2	23,8	24,0	395
31,0	10Б+Лп	40	III	856	17,9	16	22,18	187
31,7	10Б+С	72	I	912	21,1	25,6	31,9	428
31,7	10Б+С	72	I	992	21,3	25,8	35,2	476
31,7	10Б+С	72	I	1136	21,0	25,6	39,4	529

Таблица 2

Показатели фитомассы и ЧПП березовых древостоев пробных площадей  
в градиенте загрязнений от КМК

Удаление, км	Фитомасса фракции, т/га				ЧПП фитомассы, т/га			
	Ствол	Ветви	Листья	Всего	Ствол	Ветви	Листья	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3,5	71,8	6,65	1,32	79,7	0,81	0,224	1,32	2,34
3,5	91,2	9,21	1,73	102,1	1,05	0,310	1,73	3,09
3,5	108,1	11,5	2,10	121,7	1,27	0,387	2,10	3,76
3,8	91,7	8,41	1,72	101,9	1,02	0,280	1,66	2,96
3,8	114,8	11,0	2,14	128,0	1,17	0,332	1,92	3,43
3,8	86,4	8,06	1,59	96,0	0,97	0,271	1,59	2,83
3,8	99,9	9,77	1,87	111,5	1,14	0,329	1,87	3,34
4,8	78,9	6,68	2,13	87,7	0,934	0,314	1,85	3,09
8,5	103,0	9,50	2,22	114,8	1,60	0,685	2,18	4,46
9,1	112,0	11,9	2,23	126,1	1,52	0,582	2,21	4,31
9,2	119,7	13,0	2,34	135,1	1,45	0,641	2,34	4,43
9,1	135,5	13,7	2,57	151,8	1,85	0,657	2,57	5,08
9,2	144,7	13,9	2,69	161,3	2,10	0,652	2,69	5,45
10,6	188,7	21,9	3,73	214,3	2,13	0,969	3,73	6,82
10,6	172,7	21,1	3,37	197,2	1,74	0,871	3,37	5,99
10,6	191,4	21,8	3,80	216,9	2,28	0,991	3,80	7,07
12,3	168,2	17,4	3,23	188,8	2,15	0,841	3,23	6,22
12,3	111,3	10,3	2,03	123,6	1,78	0,475	2,03	4,29
12,3	144,4	14,0	2,70	161,1	2,09	0,659	2,70	5,45
13,1	147,0	14,3	1,88	163,2	2,31	0,566	1,85	4,72
17,5	145,4	18,9	3,7	168,0	1,53	0,484	2,91	4,91



1	2	3	4	5	6	7	8	9
18,5	212,9	30,0	4,28	247,2	2,83	1,16	4,28	8,27
18,5	188,5	26,8	3,79	219,1	2,49	1,01	3,79	7,29
18,5	224,7	32,1	4,53	261,3	2,93	1,20	4,53	8,65
25,8	193,0	17,4	4,01	214,4	2,90	0,698	4,01	7,61
25,7	209,8	18,0	4,16	232,0	3,21	0,719	4,16	8,09
25,8	207,0	18,3	4,22	229,6	3,07	0,720	4,22	8,01
28,7	210,2	17,5	4,05	231,7	2,97	0,652	4,05	7,68
28,7	227,4	19,0	4,41	250,9	3,23	0,713	4,41	8,36
28,7	135,9	11,7	2,70	150,3	1,97	0,453	2,70	5,13
31,0	133,1	13,1	2,88	149,1	2,05	0,537	2,88	5,45
31,7	215,9	18,5	4,28	238,6	3,40	0,764	4,28	8,44
31,7	236,2	20,5	4,74	261,4	3,45	0,799	4,74	8,99
31,7	259,9	23,3	5,37	288,6	3,89	0,928	5,37	10,19

Аппроксимация зависимостей «доза – эффект» (аналогично тому, как это реализуется в классической токсикологии) выполняется с помощью логистической кривой как нисходящей составляющей петли гистерезиса. Зависимость продукционных показателей древостоев от индекса токсической нагрузки аппроксимировали логистическим уравнением, которое имеет вид

$$P_i = \frac{(A - a_0)}{1 + \exp(b_0 + b_1 \cdot index)} + a_0, \quad (1)$$

где  $P_i$  – фитомасса или ЧПП  $i$ -й фракции (эффект);

$A$  – максимальный уровень  $P_i$ ;

$a_0$  – минимальный уровень  $P_i$ ;

$b_0$  и  $b_1$  – коэффициенты;

$index$  – индекс токсичности (косвенная оценка «дозы») по трем наиболее «техногенным» металлам (т.е. таким, у которых на трех самых «грязных» участках наибольшие превышения над минимальным уровнем; в данном случае  $index$  рассчитан для концентраций подвижных форм Cu, Pb и Fe в лесной подстилке). Индекс токсичности определяется по формуле

$$index = \frac{1}{k} \sum \frac{X_{ij}}{X_{i \min}}, \quad (2)$$

где  $k$  – количество элементов (в нашем случае три);

$X_{ij}$  – концентрация  $i$ -го элемента на  $j$ -м участке;

$X_{i \min}$  – минимальная концентрация  $i$ -го элемента по всем участкам.

Константы уравнения кривой найдены нелинейным оцениванием (метод Гаусса-Ньютона) в программе Statistica 6.

Характеристика уравнения (1) представлена в табл. 3.

Таблица 3

## Характеристика уравнения (1)

Зависимая переменная	Независимые переменные		$A$	$a_0$	$R^2$
	$b_0$	$b_1 \cdot index$			
Масса листвы, т/га	-1,411	0,323	4,74	1,32	0,891
Надземная фитомасса, т/га	-1,620	0,0334	261,4	79,7	0,895
Годичная продукция (ЧПП), т/га	-1,8086	0,368	8,99	2,34	0,943

Графическая интерпретация логистических зависимостей в исследуемом градиенте представлена на рис. 2 и 3.

В дозовых зависимостях выделяются два состояния – фоновое (высокие значения продуктивности) и импактное (низкие значения). К сожалению, градиент нагрузки в нашем случае оказался «разорванным», так как отсутствуют точки в диапазоне значений индекса от 20 до 80 усл. единиц. Это накладывает существенные ограничения на возможность более подробного анализа дозовых зависимостей. Кроме того, можно отметить значительный разброс экспериментальных точек, который объясняется высокой естественной изменчивостью морфоструктуры древостоев. Тем не менее можно говорить о том, что переход березовых насаждений из одного состояния в другое начинается при значениях индекса токсичности около 20 единиц при его максимальных значениях около 140, т.е. уже при умеренных уровнях загрязнения.

Следует отметить, что прекращение выбросов КМК не означает, что березняки импактной зоны в ближайшее время восстановятся до фонового уровня. На основе модельных имитаций установлено, что вследствие накопленного потенциала токсичности почвы до полного восстановления потребуется значительный период времени, исчисляемый сотнями лет (Арманд и др., 1987). При этом восстановление пойдет по восходящей линии петли гистерезиса как проявления нелинейности в среде с памятью, которая пройдет не по первоначальной, а по более низкой траектории (Ведюшкин, 1989). Аналогичное явление в экотоне «лес – степь», представленном сопряженными эдафическими фонами, было отмечено А.А. Завалишиным (1936). Критикуя «циклическую» гипотезу о взаимоотношении леса и степи, А.А. Завалишин (1935) подчеркивал, что при наступлении леса на степь идет процесс деградации (оподзоливания) черноземов, но при обратном переходе – наступании степи на лес – процесс регрессии почв идет по иной траектории, и чем сильнее оподзолена почва, тем меньше шансов

на ее полное восстановление или, иными словами, процесс реградации не может полностью стереть следы деградации.

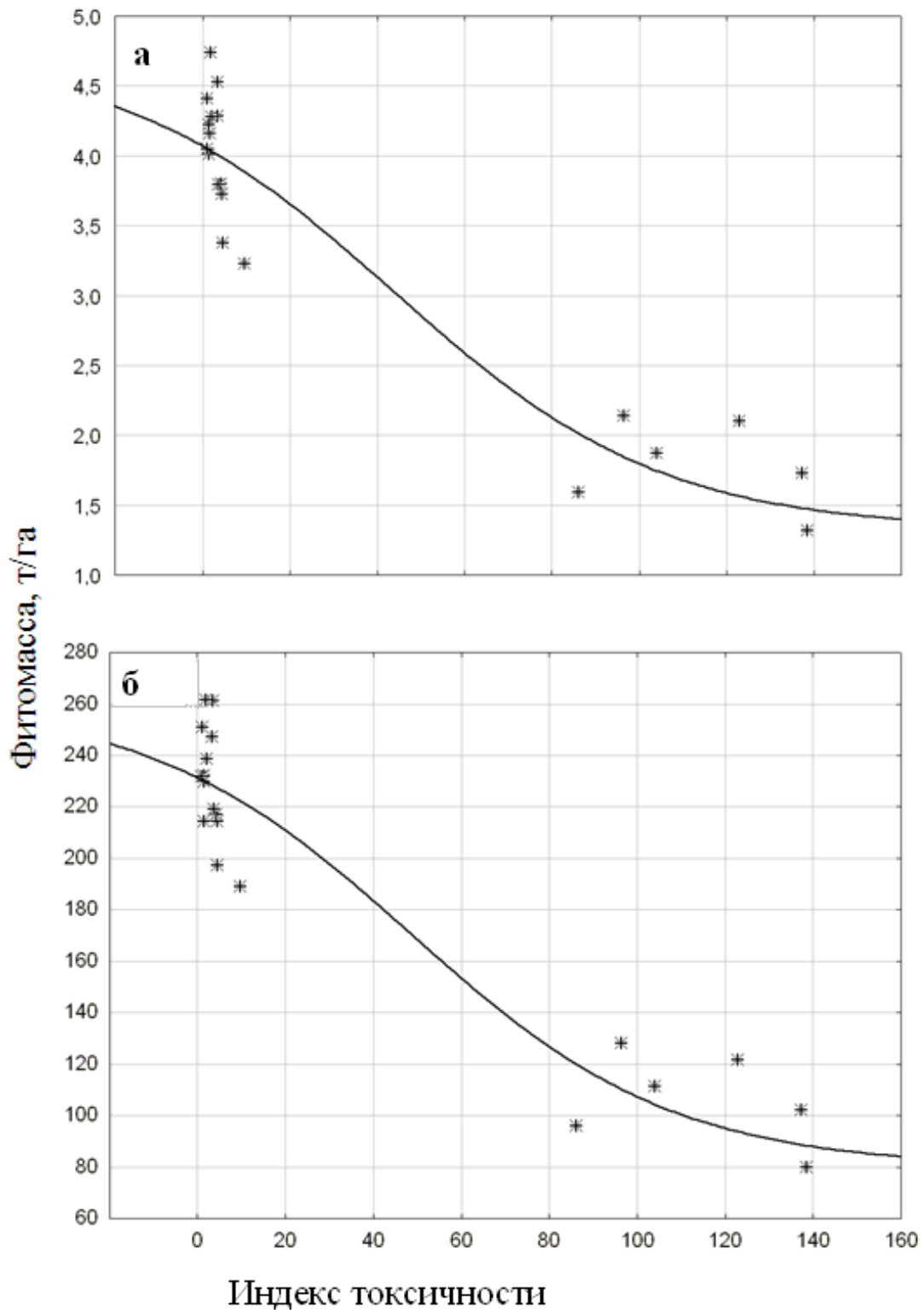


Рис. 2. Зависимости «доза – эффект» для фитомассы березовых древостоев в градиенте загрязнений от КМК: а – листва; б – надземная фитомасса

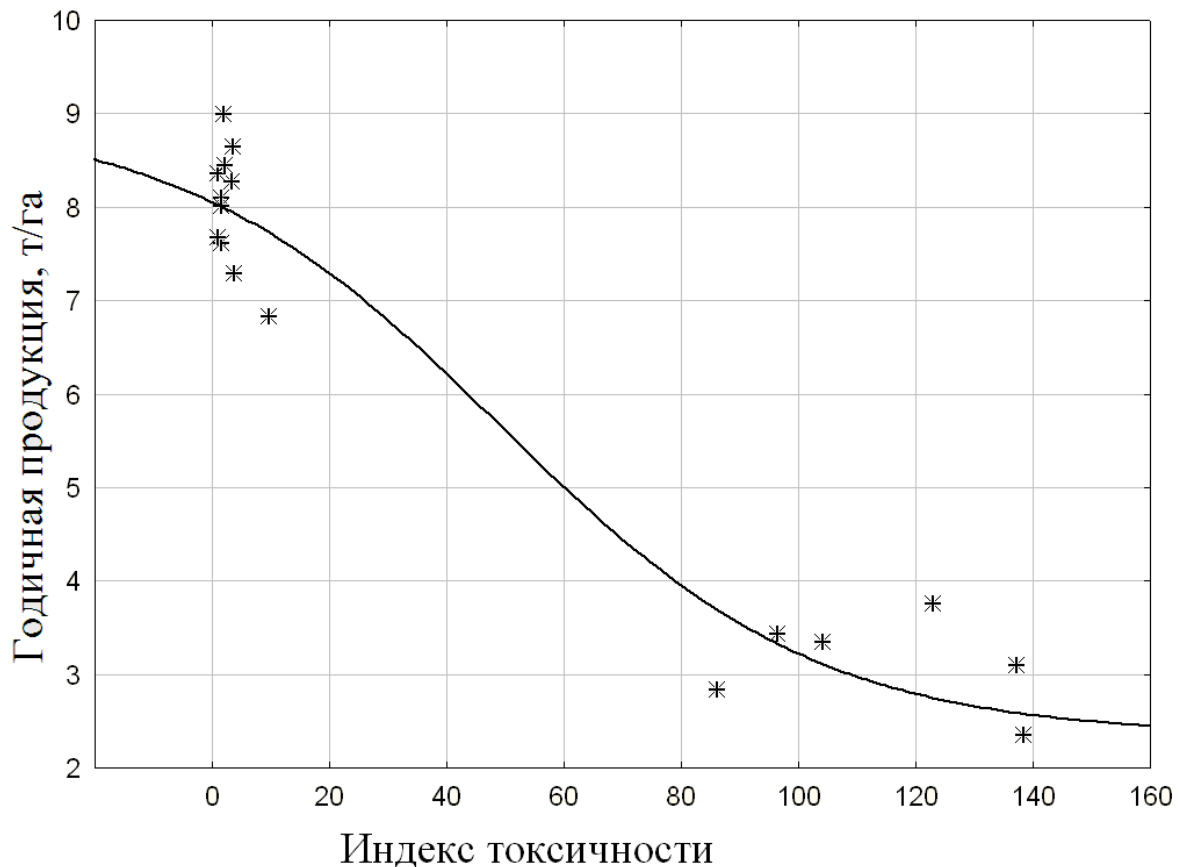


Рис. 3. Зависимость «доза – эффект» для надземной ЧПП березовых древостоев в градиенте загрязнений от КМК

### Библиографический список

Алексеев В.В. Биогеоценозы – автогенераторы и триггеры // Журн. общей биологии. 1976. Т. XXXVII. № 5. С. 738-744.

Алексеев А.С., Тарасов Е.В. Количественный анализ связи состояния древостоев ели и загрязнения снегового покрова // Экология и защита леса. Л., 1990. С. 3-7.

Арманд А.Д., Ведюшкин М.А., Тарко А.М. Модель воздействия промышленных загрязнений на лесной биогеоценоз // Воздействие промышленных предприятий на окружающую среду. М., 1987. С. 291-296.

Арманд А.Д. и др. Определение пределов устойчивости геосистем на примере окрестностей Мончегорского металлургического комбината / А.Д. Арманд, В.В. Кайдакова, Г.В. Кушнарера, В.Г. Добродеев // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1991. № 1. С. 93-104.

Ведюшкин М.А. Гистерезис в конкурентных системах // Факторы и механизмы устойчивости геосистем. М.: Ин-т геогр. АН СССР, 1989. С. 215-225.

Воробейчик Е.Л. Изменение мощности лесной подстилки в условиях химического загрязнения // Экология. 1995. № 4. С. 278-284.

Воробейчик Е.Л. Экологическое нормирование токсических нагрузок на наземные экосистемы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2004. 48 с.

Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). Екатеринбург: Наука, 1994. 280 с.

Воробейчик Е.Л., Хантемирова Е.В. Реакция лесных фитоценозов на техногенное загрязнение: зависимость «доза-эффект» // Экология. 1994. № 3. С. 31-43.

Завалишин А.А. Почвы Кузнецкой лесостепи // Тр. СОПС Академии наук. Сер. сибир., 1936. Т. 20. С. 165.

Михайлова И.Н., Воробейчик Е.Л. Эпифитные лишеносинузии в условиях химического загрязнения: зависимости доза-эффект // Экология. 1995. № 6. С.455-460.

Салиев А.В. Моделирование воздействия атмосферных фитотоксикантов на растения – пространственный аспект // Основы биологического контроля загрязнения окружающей среды. М., 1988. С. 137-160.

Усольцев В.А. и др. Продуктивность ассимиляционного аппарата деревьев вблизи медеплавильных заводов Урала / В.А. Усольцев, А.В. Борников, А.С. Жанабаева [и др.] // Изв. Оренбург. гос. аграрн. ун-т а. 2011. № 3(31). С. 67-70.

Чиллингуорт Д. Структурная устойчивость математических моделей. Значение методов теории катастроф // Математическое моделирование / под ред. Дж. Эндрюса и Р. Мак-Лоуна. М.: Мир, 1979. С. 249-276.



**А.П. Кожевников, Г.А. Годовалов, Т.М. Гнеушева**  
(А.Р. Kozhevnikov, G.A. Godovalov, T.M. Gneusheva)

Уральский государственный  
лесотехнический университет, Екатеринбург



*Кожевников Алексей Петрович родился в 1956 г. В 1978 г. окончил Уральский лесотехнический институт. В 1986 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Интродукция и размножение облепихи крушиновидной на Урале». В 2003 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по теме «Закономерности формирования популяций *Hipporhae rhamnoides* L. на Урале и их значение для лесообразовательного процесса на нарушенных землях». С 1997 г. – зав. группой интродукции новых плодовых и декоративных культур Ботанического сада УрО РАН, ведущий научный сотрудник. С 2007 г. – зав. кафедрой ботаники и защиты леса УГЛТУ. Опубликовал 160 печатных работ.*



*Годовалов Геннадий Александрович родился в 1952 г., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства Уральского государственного лесотехнического университета.*



*Гнеушева Татьяна Михайловна, аспирант Уральского государственного лесотехнического университета.*

**ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ МОНОДОМИНАНТНЫХ  
ПОЗДНЕСУКЦЕССИОННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ  
С ДУБОМ ЧЕРЕШЧАТЫМ НА ЭКОТОНЕ ТЕМНО-  
ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ  
И БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСОВ  
(INVENTORY OF MONOPREPOTENT OF OLD VEGETA-  
TIVE COMMUNITY WITH QUERCUS ROBUR L. ON EKOTONE  
OF DARK NEEDLES– WIDE LEAVES AND TAIGA WOODS)**

*Приводятся результаты изучения лесоустроительных материалов насаждений с участием Quercus robur L. на восточной границе ареала. Установлена экологическая приуроченность его локальных ценопопуляций в экотоне темнохвойно-широколиственных и бореальных лесов. На естественное возобновление Quercus robur L. влияют преобладающие производные леса с доминированием Betula pendula Roth. и Populus tremula L. как результат сплошных рубок в прошлом столетии. В темнохвойно-широколиственной формации Acer platanoides L. и Tilia cordata Mill. в равной степени являются конкурентами Quercus robur L. Приведение в известность монодоминантных поздне-сукцессионных фитоценозов с участием Quercus robur L. позволит наметить природоохранные мероприятия по сохранению редких для Урала фитоценозов.*

*Results of inventory of plantings with participation Quercus robur L. on the area of eastern frontier are resulted. It is established ecological belonging its local populations in ekotone dark needles– wide leaves and taiga woods. On natural renewal Quercus robur L. influence prevailing secondary woods with dominirovani Betula pendula Roth. and Populus tremula L. as a result of continuous cabins last century. In the dark needles – wide leaves formations Acer platanoides L. and Tilia cordata Mill is equally competitor for Quercus robur L. Reduction in popularity monoprepotent an old cart-rastnyh vegetative communities with participation Quercus robur L. will allow to plan nature protection actions for preservation of rare vegetative communities in the Urals.*

По территории Ашинского района Челябинской области проходит естественная граница неморального (темнохвойно-широколиственные леса) и бореального (сосновые леса) комплексов. После интенсивной эксплуатации лесных ресурсов в прошлом столетии ценопопуляция дуба черешчатого претерпела значительную фрагментацию. Теоретически насаждения с участием дуба черешчатого, как исторически сложившиеся фитоценозы, после вырубki способны самовосстанавливаться через производные леса после многолетнего (100-150 лет) сукцессионного процесса. Инвентаризация местообитаний дуба, изучение его фитоценотического ареала и экологической приуроченности позволит выявить и изменить статус эталонных насаждений путем перевода их в категорию генетических резерватов или ландшафтных заказников.

Леса в Ашинском районе имеют прежде всего противозерозное значение, являются украшением пейзажа, выполняя одновременно средообразующую и средостабилизирующую функции для промышленных городов Аша, Миньяр, Сим и др. Наличие дуба в местных насаждениях приравнивает их к лучшим российским лесам, требующим сохранения и восстановления в селекционных целях.

Цель наших исследований – сопоставить по площади и экологической приуроченности монодоминантные фитоценозы с различной долей участия дуба в четырех участковых лесничествах: Укском с доминированием на лесопокрытой площади широколиственных древесных видов, Симском, Биянском, Еральском с преобладанием осины и березы повислой (производные леса). В монодоминантные растительные сообщества нами выделены древостои с долей участия в них доминанта в 5 и более единиц для определения площади потенциальных фитоценозов с дубом и выявления конкурентов по отношению к нему на поздне-сукцессионных стадиях. При этом использована база данных АРМ «Лесфонд» по горно-лесной зоне Челябинской области. Все расчеты выполнялись в программном обеспечении Microsoft Excel.

Лесорастительные условия насаждений с дубом в данных участковых лесничествах относятся к 5 группам типов леса (Лесоведение ..., 1999). Для первой группы типов леса характерны каменистые почвы на верхних частях склонов, водоразделах и прилегающих к ним склонах. Вторая группа типов леса отличается периодически сухими и периодически влажными легко суглинистыми почвами на наиболее возвышенных и склоновых элементах рельефа. Третья группа приурочена к периодически сухим и устойчиво свежим щебнистым почвам на вершинах спокойных возвышенностей. Четвертая группа характеризуется суглинистыми почвами на карбонатных породах, расположенными на покатых и крутых склонах, занимает дренированные участки с устойчивым водным режимом. Пятая группа расширяет экологический спектр местообитания дуба за счет периодически переувлажненных почв прирусловых долин ручьев и небольших речек.

Насаждения с участием дуба в Ашинском районе занимают 52906,9 га, что составляет 23,5 % покрытой лесом площади. По лесорастительному районированию территория района отнесена к подзоне хвойно-широколиственных и южно-таежных хвойных лесов горно-лесной зоны предгорий западного склона Урала (История лесного хозяйства ..., 2006). В Укском участковом лесничестве площадь насаждений с дубом составляет 16874 га, в Симском – 4023,6 га, в Биянском – 3726,1 га, в Еральском – 11350,7 га. Монодоминантные поздне-сукцессионные фитоценозы, имеющие в составе древостоя дуб, в Укском участковом лесничестве занимают 35,6 % лесопокрытой площади, в Симском – 63,7, в Биянском – 46,2 и в Еральском – 23,7 % (таблица). Данное соотношение в первую очередь связано с образованием вторичных лесов из березы и осины в Симском и Биянском лесничествах.

Преобладающими по площади монодоминантными фитоценозами в Укском лесничестве являются насаждения с эдификаторной ролью березы повислой (12,2 %), клена остролистного (6,8 %) и липы мелколистной (6,7 %), в Симском лесничестве – соответственно березы повислой (31,4 %), осины (24,9 %), в Биянском лесничестве – береза повислой (27,3 %), осины (15,1 %), в Еральском – березы повислой (15,3 %) и осины (7,5 %).



Распределение площади монодоминантных позднесукцессионных насаждений с участием дуба черешчатого по типам леса на экотоне темнохвойно-широколиственных и бореальных лесов

Количество кварталов	Группы типов леса	Состав древостоя	Класс возраста	Класс бонитета	Площадь	
					га	%
1	2	3	4	5	6	7
Ужское участковое лесничество						
19	I, II, III, IV	6Е2Пх2Б+Лп+Д+Кло	7	4	599,2	3,5
73	I, II, III, IV, V	7Б1Ос1Лп1Е+Кло+Д+Пх+С	8	3	2066,2	12,2
2	I	6С2Б1Д1Е	8	5	16,7	0,1
4	I, III, IV	6Д2Кло1Лп1Б+Пх+Е	7	4	146,8	0,7
25	I, II, III, IV	6Кло2Лп2Д+Ос+Пх+Б	9	4	1156,9	6,8
50	I, II, III, IV	7Лп1Б1Кло1Д+Ос+С+Пх	10	3	1127,9	6,7
50	III, IV, V	8Ос1Б1Лп+Е+Пх+Д+Кло	6	1	941,6	5,6
Симское участковое лесничество						
30	III, IV, V	6Ос2Б2Лп+Д+С+Кло+Е	5	1	1002,3	24,9
2	I, III	5Пх2Е1Б1Ос1Д	8	4	25,3	0,6
8	I, II, IV	7С2Б1Лп+Д+Ос+Пх+Е	6	3	159,6	3,9
29	I, II, III, IV, V	7Б1Ос1Лп1Пх+Д+Е+С	8	3	1267,4	31,4

Окончание таблицы

1	2	3	5	6	7	8
6	III, IV	6Лп2Б1Ос1Кло+Д+Е+С	9	3	119,4	2,9
Биянское участковое лесничество						
3	III, IV	6С2Б1Ос1Д+Лп+Пх+Е	7	3	50,2	1,3
1	IV	8Д1Лп1Ос	6	3	5,0	0,1
5	II, III, IV	6Кло2Лп2Б+Д+Ос+Е	8	4	90,4	2,4
54	I, II, III, IV, V	6Б1Ос1Лп1Е1С+Д+Пх+Кло	8	1	1017,3	27,3
33	III, IV	7Ос2Б1Лп+Д+Е+С+Пх	7	1	565,5	15,1
Еральское участковое лесничество						
8	II, IV, V	5С3Б1Ос1Д+Лп	7	4	65,3	0,6
2	IV	7Д1Б1Лп1С+Ос	6	4	34,5	0,3
49	III, IV, V	6Б2Ос1Д1С	8	2	1737,3	15,3
39	II, IV, V	7Ос2Б1Д+Е+Кло	6	2	850,8	7,5

Наибольшее количество экологических ниш дуба в монодоминантных фитоценозах установлено в Укском лесничестве – 24, в Симском, Биянском – по 15, в Еральском – 10, т.е. в неморальном комплексе дуб черешчатый имеет более широкий фитоценотический ареал и, следовательно, лучшую способность к самовосстановлению. Основными конкурентами дуба черешчатого выступают в Укском лесничестве – береза, клен и липа, в Симском, Биянском и Еральском лесничествах – береза, осина.

В Укском лесничестве монодоминантные фитоценозы с эдификаторной ролью дуба черешчатого относятся к I, III и IV группам типов леса, находящимся на теплых вершинах и южных дренированных склонах с устойчивым водным режимом, в Биянском и Еральском – только к IV группе типов леса.

Таким образом, на экотоне темнохвойно-широколиственных и бореальных лесов нами установлено 7 типов монодоминантных насаждений с дубом черешчатым на поздних стадиях сукцессии в Укском лесничестве, по 5 и 6 фитоценозов в Симском, Биянском лесничествах и 4 в Еральском. Главные лесообразователи на поздних сукцессионных стадиях в Укском лесничестве – береза повислая, клен остролистный и липа мелколистная, в Симском, Биянском и Еральском лесничествах – береза повислая и осина. Находясь на восточной границе своего естественного ареала, дуб черешчатый образует всего три монодоминантных поздне-сукцессионных фитоценоза.

Монодоминантные фитоценозы с доминированием дуба отсутствуют в Ашинском, Городском и Миньярском участковых лесничествах на общей площади 16932,3 га.

### **Библиографический список**

1. История лесного хозяйства и лесоводы Челябинской области / Агентство лесн. хоз-ва по Челяб. обл.; сост. А.Н. Вязников, Г.И. Соколов и др. – Челябинск: «Каменный пояс», 2006. Т. 1. 456 с.
2. Лесоведение и лесоводство: практикум / С.В. Залесов, Л.И. Аткина, А.Л. Клебанов [и др.]; Урал. гос. лесотехн. акад. Екатеринбург, 1999. 238 с.



УДК 630\*414.4

**И.А. Фрейберг, С.К. Стеценко**

(I.A. Freiberg, S. K. Stetsenko)

Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург



*Фрейберг Ирина Александровна родилась в 1925 г. Окончила в 1948 г. Брянский лесохозяйственный институт. Доктор сельскохозяйственных наук, профессор. В настоящее время работает в Ботаническом саду Уральского отделения РАН г. Екатеринбурга ведущим научным сотрудником лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования. Имеет 130 печатных публикаций по проблемам создания устойчивых лесных культур; воздействия высокоактивных органических соединений на хвойные растения.*



*Стеценко Светлана Карленовна родилась в 1966 г. Окончила в 1989 г. биологический факультет Уральского государственного университета им. А.М. Горького. Кандидат биологических наук. В настоящее время работает в Ботаническом саду Уральского отделения РАН г. Екатеринбурга научным сотрудником лаборатории лесовосстановления, защиты леса и лесопользования. Имеет 29 печатных публикаций по проблемам лесовосстановления; воздействия высокоактивных органических соединений на хвойные растения.*

## **ФОТОСИНТЕЗ СОСНЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ПРОДУКТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПЕСТИЦИДОВ (DISTRIBUTION OF PHOTOSYNTHESIS'S METABOLITES IN THE PINE UNDER INFLUENCE OF PESTICIDES)**

*Использование пестицидов в лесных питомниках приводит к формированию тератоморфных сеянцев сосны. В работе приведены результаты исследований, свидетельствующие о том, что у сосны под действием пестицидов происходит отклонение в физиолого-биохимических реакциях, показывающих нарушения в системе гормонального регулирования обмена веществ.*

*Use of pesticides at cultivation of pine seedlings in forest nurseries results in formation teratomorph seedlings. Researches testify that the pine under action of pesticides has deviation in the physiological-biochemical reactions showing infringements in system of hormonal regulation of a metabolism.*

Включение пестицидов в агротехнику выращивания сеянцев сопровождается негативными явлениями: загрязнением ими почвы и формированием тератоморфных (имеющих отклонения морфологического облика) сеянцев. В почве пестициды и их метаболиты распределяются неравномерно. Наряду с локусами почвы, содержащими концентрацию пестицидов выше (в 5-10 раз) рекомендованных для применения доз, наблюдаются локусы со значительно меньшим их содержанием или даже полным отсутствием (Бабьева, Зенова, 1989). В этих условиях, помимо сеянцев нормального фенотипа, формируются тератоморфные сеянцы двух фенотипов: аномальные и условно нормальные, в разной степени затронутые пестицидной активностью. Для первых характерны дополнительные побеги на стволике, для вторых – нарушение корреляции между длинами хвои и стволика, равными или большими 0,7 (Фрейберг, Ермакова, Стеценко, 2004). Пестициды, содержащиеся в почвенном растворе, поглощаются корневой системой, поступают в организм и, обладая системным действием, вызывают изменения в некоторых анатомо-морфологических показателях. По мнению А.А. Федорова (1958), нарушение морфоструктур растений появляется лишь в том случае, когда изменен нормальный обмен веществ в них, что изменяет характер и направление развития активных очагов роста (меристем). Нами было проведено изучение таких физиолого-биохимических показателей, как активность пероксидазы, рН гомогената хвои, водоудерживающая способность тканей хвои, содержание пигментов в хвое и количественные параметры роста сеянцев (Фрейберг, Ермакова, Стеценко, 2004). Перечисленные показатели не исчерпывают всех особенностей метаболизма фенотипов сеянцев сосны, но позволяют судить об особенностях его у сеянцев каждого фенотипа, они также важны для оценки жизнеспособности растений при переносе их из питомника в посадку на лесокультурной площади и дальнейшего роста сосны.

При исследовании указанных показателей было установлено, что тератоморфным растениям достоверно свойственны высокая активность пероксидазы, большие потери воды, что ведет к обезвоживанию организма, и низкие показатели рН гомогената хвои. Последнее свидетельствует о меньшей устойчивости сеянцев к заболеваниям. Исследования пигментной системы тератоморфных сеянцев показали, что условия для активного течения фотосинтеза обеспечиваются содержанием хлорофилла в хвое, которое не ниже, чем у сеянцев нормального фенотипа, а в некоторых случаях существенно превосходит его.

Отклонение рассмотренных показателей физиолого-биохимических процессов у тератоморфных сеянцев от нормы (сеянцы нормального фенотипа) свидетельствует о снижении их иммунитета и жизнеспособности, что проявляется в низкой приживаемости сеянцев при пересадке на лесокультурную площадь (табл. 1) и в формировании вследствие этого низкоплотных насаждений (Фрейберг, Стеценко, Толкач, 2010).

Таблица 1

Сохранность и распределение растений сосны в производственных лесных культурах по морфологическим группам

№ пр. пл.	Возраст культур, лет	Сохранность, %	Аномальных растений, % от общего количества
Культуры созданы из посадочного материала, выращенного с использованием пестицидов			
1	5	60,0	25,0
2	8	35,5	22,0
3	6	51,0	21,0
4	4	57,0	35,0
Культуры созданы из посадочного материала, выращенного без использования пестицидов			
5	5	86,0	0,0
6	5	92,0	0,0
7	5	81,0	0,0
8	5	81,8	0,0

Таким образом, растения сосны, испытавшие воздействие пестицидов в условиях питомника, несмотря на отклонение некоторых физиолого-биохимических процессов от нормы, способны расти на лесокультурной площади и сохранять биохимическую активность, проявляющуюся в процессе образования органических соединений в ходе фотосинтеза. Условия последнего обеспечиваются содержанием пигментов в хлоропластах хвои, которое у тератоморфных семян не ниже, чем у семян нормального фенотипа (табл. 2).

Об активизации процесса фотосинтеза у тератоморфных растений можно судить также по тенденции изменения отношения общего количества хлорофилла к содержанию каратиноидов. Сокращение количества каратиноидов свидетельствует о большей востребованности их для защиты хлорофилла при активизации фотосинтеза (Гудвин, Мерсер, 1986).

Таблица 2

Содержание пигментов в хвое 2-летних семян сосны, мг на 1 г сырой массы

№ повторности	Фенотип	Содержание				Соотношение	
		хлорофилла			каратиноидов (К)	a/b	(a+b)/K
		a	b	a + b			
1	Нормальный	0,919	0,350	1,269	0,268	2,63	4,73
	Условно нормальный	1,155	0,382	1,537	0,225	3,02	6,83
	Аномальный	1,255	0,313	1,568	0,200	4,01	7,84
2	Нормальный	0,739	0,322	1,061	0,227	2,29	4,67
	Условно нормальный	0,845	0,388	1,233	0,223	2,18	5,53
	Аномальный	0,819	0,393	1,212	0,236	2,08	5,14

Ассимиляционная деятельность фотосинтезирующего аппарата тератоморфных семян так же, как и нормальных, ведет к накоплению органического вещества, о чем свидетельствуют их биометрические показатели и фитомасса (табл. 3). Как видно из таблицы, семена нормального фенотипа превосходят тератоморфные растения по высоте, но уступают по размерам хвои и фитомассе.

Таблица 3

Характеристика количественных показателей роста и достоверность различия 2-летних семян сосны разных фенотипов

Фенотип	Биометрические показатели				Фитомасса, г		
	Диаметр, мм	Высота, см	Длина хвои, см	Прирост 2-го года, см	стволика	хвои	стволика + хвои
Нормальный	$\frac{2,2}{0,17}$	$\frac{11,6}{1,00}$	$\frac{6,7}{0,60}$	$\frac{6,0}{0,62}$	$\frac{0,24}{0,038}$	$\frac{0,39}{0,048}$	$\frac{0,63}{0,098}$
Условно нормальный	$\frac{2,2}{0,08}$	$\frac{7,9}{0,35}$	$\frac{9,7}{0,30}$	$\frac{3,3}{0,25}$	$\frac{0,32}{0,027}$	$\frac{0,70}{0,061}$	$\frac{1,02}{0,087}$
Аномальный	$\frac{2,2}{0,08}$	$\frac{6,6}{0,32}$	$\frac{9,0}{0,31}$	$\frac{2,4}{0,21}$	$\frac{0,32}{0,028}$	$\frac{0,68}{0,058}$	$\frac{1,01}{0,089}$
Критерий Стьюдента $t_{\text{факт}}$ ( $t_{\text{табл}} = 1,96$ )							
Нормальные – условно нормальные	0,53	3,49	4,47	4,04	1,72	4,03	2,98
Нормальные – аномальные	0,53	4,86	3,41	5,50	1,69	3,85	2,87
Условно нормальные – аномальные	0,00	2,95	1,62	2,76	0,00	0,24	0,08
Примечание. В числителе – среднеарифметическое значение, в знаменателе – его ошибка.							

На лесокультурных площадях значительного различия в текущем приросте по высоте у 4-летних саженцев, выращенных из тератоморфных семян, и нормальных не наблюдается – 28,8 см и 31,2 см соответственно (Фрейберг, Стеценко, Толкач, 2010). Из этого можно сделать заключение, что использование пестицидов не повлияло на основной обмен у растений сосны, хотя на возможность его указывал К.Федтке (1988).

Однако корреляция в соотношении высоты и диаметра у тератоморфных растений нарушена (табл. 4). То же наблюдается и у деревьев, выращиваемых из тератоморфных семян на лесокультурной площади (табл. 5). Как правило, относительная высота у них меньше, чем у деревьев, которые в питомнике не испытали воздействия пестицидов (Фрейберг, Стеценко, Толкач, 2010). Нарастание клеток у семян и саженцев (деревьев), испытавших действие пестицидов, происходит в большой степени в

латеральном направлении, что выражается в увеличении диаметра и уменьшении высоты по сравнению с растениями, не затронутыми действием пестицидов. Хотя в результате фотосинтеза образуются новые ткани растений, но рост, по заключению А.Т. Мокроносова (1981), изучавшего онтогенетические аспекты фотосинтеза, не является прямой его функцией. Он имеет свою собственную регуляцию. Ассимиляционная деятельность фотосинтезирующего аппарата является предпосылкой для роста и развития растений, которые находятся под влиянием внешних и внутренних факторов. Внешние факторы для семян рассматриваемых нами фенотипов, а в дальнейшем и деревьев однородны. К важным внутренним факторам роста и развития растений относятся вещества высокой физиологической активности – регуляторы роста (ростовые вещества или гормоны). Они интегрированы в физиолого-биохимические реакции, которые координируют ростовой процесс на всех этапах онтогенеза.

Нарушение корреляции у сосны между диаметром и высотой под влиянием пестицидов позволяет считать, что в данном случае это согласуется с утверждением К.Федтке (1988) о действии пестицидов на вторичный метаболизм, выражающийся в нарушении синтеза разных специфических компонентов растительных клеток, в том числе фитогормонов.

Таблица 4

Соотношение высоты и диаметра у 2-летних семян сосны при различных нормах предпосевной обработки семян и семян в посевном отделении

Опытный участок, вариант обработки	Фенотип семян								
	нормальный			условно нормальный			аномальный		
	Диаметр, мм	Высота, мм	Высота: диаметр	Диаметр, мм	Высота, мм	Высота: диаметр	Диаметр, мм	Высота, мм	Высота: диаметр
Северка, ТМТД, 5 г кг <sup>-1</sup> семян	$\frac{1,4}{0,06}$	$\frac{93}{2,9}$	66,4	$\frac{1,6}{0,05}$	$\frac{84}{2,5}$	52,0	$\frac{1,8}{0,06}$	$\frac{85}{6,2}$	47,2
Северка, фундазол 4 г кг <sup>-1</sup> семян	$\frac{1,4}{0,09}$	$\frac{90}{5,7}$	64,3	$\frac{1,7}{0,07}$	$\frac{82}{2,2}$	48,2	$\frac{1,6}{0,06}$	$\frac{69}{2,7}$	43,1
Просвет, 2,4-Д, 2 кг га <sup>-1</sup>	$\frac{0,9}{0,10}$	$\frac{73}{5,3}$	81,1	$\frac{1,1}{0,06}$	$\frac{67}{2,7}$	60,9	$\frac{1,4}{0,05}$	$\frac{62}{2,1}$	44,3
Первоуральск, 2,4-Д, 2 кг га <sup>-1</sup>	$\frac{2,3}{0,13}$	$\frac{144}{3,9}$	62,6	$\frac{2,4}{0,09}$	$\frac{77}{2,4}$	32,0	$\frac{2,9}{0,15}$	$\frac{35}{6,0}$	12,1

Примечание. В числителе – среднearифметическое значение, в знаменателе – его ошибка.



Таблица 5

Отношение высоты дерева к диаметру ствола у растений сосны в лесных культурах из тератоморфных и нормальных семян

Морфология деревьев	Статистические показатели				
	$X \pm Sx$	$\sigma$	C.V.	p	n
Аномальная	$0,49 \pm 0,02$	0,07	14,30	4,77	9
Нормальная	$0,55 \pm 0,01$	0,05	9,96	2,57	15

Примечание. X – средняя относительная высота, Sx – ошибка среднего,  $\sigma$  – среднеквадратическое отклонение, C.V. – коэффициент вариации, p – точность, n – число пробных площадей.

Механизм действия пестицидов на растения не раскрыт, так как до сих пор не раскрыта молекулярная природа многих процессов жизнедеятельности растительных организмов, но в основе его лежит взаимодействие с чувствительными системами растений на молекулярном уровне (Захаренко, 1990).

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что у сосны под действием пестицидов не происходит нарушения ассимиляционной активности (основной обмен), но нарушается деятельность гормонов (вторичный метаболизм).

### Библиографический список

- Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почвы. М.: Изд-во МГУ, 1989. 336 с.
- Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. Т. 1. М.: Мир, 1986. 393 с.
- Захаренко В.А. Гербициды. М.: Агропромиздат, 1990. 240 с.
- Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 195 с.
- Федоров А.А. Тератология и формообразование у растений (Комаровские чтения XI). М.;Л.: АН СССР, 1958. 28 с.
- Федтке К. Биохимия и физиология действия гербицидов. М.: Агропромиздат, 1988. 223 с.
- Фрейберг И.А., Ермакова М.В., Стеценко С.К. Модификационная изменчивость сосны обыкновенной в условиях пестицидного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 74 с.
- Фрейберг И.А., Стеценко С.К., Толкач О.В. Формирование культур сосны из обработанных пестицидами семян// Лесоведение. 2010. №5. С. 57-61.

УДК 712.4.01: 581.44

**У.А. Сафронова**

(U.A. Safronova)

(Уральский государственный  
лесотехнический университет, Екатеринбург)



*Сафронова Ульяна Александровна родилась в 1986 г. В 2008 г. окончила Уральский государственный лесотехнический университет. В настоящее время является аспиранткой очной формы обучения на кафедре ландшафтного строительства УГЛТУ. Тема кандидатской диссертации «Состояние посадок черемухи Маака в условиях городов Среднего Урала». Опубликовано 7 печатных работ.*

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ КРОН ДЕРЕВЬЕВ ЧЕРЕМУХИ МААКА В УСЛОВИЯХ г. ЕКАТЕРИНБУРГА (THE PECULIARITIES OF DEVELOPMENT OF PADUS MAACKII CROWNS IN YEKATERINBURG)**

*Приводятся результаты обследования кроны деревьев черемухи Маака разного возраста на 6 объектах в г. Екатеринбурге. Изучена динамика нарастания годичных побегов и особенности ветвления.*

*The results of a survey of padus Maackii crowns at 6 objects in the city of Yekaterinburg are presented. The dynamics of growth of annual shoots and branching characteristics of plants of different ages are examined.*

Важнейшую роль в планировочных решениях благоустройства и озеленения населенных мест, при создании художественных композиций для гармонизации антропогенных ландшафтов играют форма и размер кроны используемых деревьев. Ими наряду с устойчивостью к неблагоприятным факторам тех или иных древесных пород определяется место и роль последних в городском озеленении.

Целью исследования является изучение особенностей развития кроны деревьев черемухи Маака в городских посадках: типа ветвления, динамики нарастания годичных побегов, соотношения приростов боковых и осевых побегов.

Исследование выполнено на 6 объектах в юго-западной части г. Екатеринбурга, представляющих собой групповые или рядовые одновозрастные посадки черемухи Маака. Объекты охватывают возрастной ряд деревьев от 15 до 50 лет. Возраст деревьев определен по кернам и сверен с датностью ближайшей застройки. Измерения производились на модельных

деревьях, имеющих высоту и диаметр ствола, наиболее близкие к рассчитанным средним показателям для объекта.

Параметры годовых побегов за последние три года были измерены в ноябре 2010 г. после полного опадения листьев. Измерения производились в нижней части крон нормально развитых деревьев в хорошем или удовлетворительном состоянии на уровне 1,5–2 м. Фиксировались длина приростов (с помощью рулетки), их диаметр (штангенциркулем) и количество живых и отмерших почек.

Для деревьев черемухи Маака характерен моноподиальный тип ветвления, т. е. верхушечная почка сохраняется, и основная ось способна расти неопределенно долго. В значительной мере габитус деревьев определяется различным планом их ветвления, т. е. расположением боковых ветвей по отношению к оси главного побега. Различают боковую (латеральную) симметрию – вокруг оси главного побега, и продольную – вдоль оси (Федоров, 1962). Боковую симметрию дерева сложно оценить в групповых и рядовых посадках, поскольку кроны соприкасаются и деформируются в результате соприкосновения. В плане продольной симметрии наблюдается акротония – почки увеличиваются в размерах по направлению к верхушке главного побега, и развивающиеся из них боковые побеги также увеличиваются в этом же направлении; базальные почки могут вообще не развиваться. Верхушечные почки у деревьев черемухи Маака всегда дают прирост и не бывают цветочными. Явление акротонии объясняет образование мутовок на стволах быстро развивающихся деревьев.

В целом динамика развития кроны дерева зависит от периодов онтогенеза. По литературным данным, в ювенильный период годовые приросты увеличиваются и достигают максимальных значений к началу плодоношения дерева, для черемухи Маака это 10–20 лет (Полещук, 2009). Главная ось молодого растения активно ветвится, развивающиеся из сближенных наиболее крупных почек в верхней части прошлогоднего прироста боковые побеги образуют мутовки, формируется ярусность кроны. При вступлении дерева в период активного плодоношения наиболее крупные почки в верхней части побегов (кроме верхушечной) закладываются цветочными (т. е. после созревания плодов развивающиеся из них укороченные генеративные побеги отмирают), а боковые побеги «сдвигаются» в сторону основания оси. В результате интенсивность ветвления снижается. У стареющих деревьев с небольшими годовыми приростами часто вообще все боковые почки бывают цветочными, в результате чего ветвление прекращается, ось некоторое время нарастает только в длину и создается подобие плакучей кроны. Восстановление поврежденной или омоложение стареющей кроны у деревьев черемухи Маака обеспечивается за счет «водяных побегов» («волчков»).

Чтобы оценить динамику нарастания ветвей деревьев черемухи Маака, на 15 модельных деревьях были измерены параметры 363 побегов

2010 г., которым соответствуют 341 побег 2009 г. и 278 побегов 2008 г. Соотношение числа побегов по годам на отдельных объектах приведено в табл. 1.

Таблица 1

Соотношение числа побегов за 2008 – 2010 гг. на деревьях черемухи  
Маака обследованных объектов

Местоположение объекта	Возраст деревьев, лет	Число модельных деревьев, экз.	Изменение числа побегов, в % к предыдущему году	
			2009 г.	2010 г.
Парк Зеленая Роща	15	3	+23,8	+21,8
Ул. 8 Марта	17	2	+40,0	-5,7
Ул. Фурманова	25	2	+38,9	-4,0
Ул. Большакова	35	2	+28,6	+13,3
Парк Чкалова	45	3	+8,5	+2,6
Ул. Белореченская	50	3	+16,7	+1,8
Итого		15	+22,7	+6,5

По данным табл. 1 видно, что изменение числа побегов в 2009 и 2010 гг. ни на одном из объектов не превышает даже +50 %. Это значит, что менее половины побегов предыдущего года в эти вегетационные периоды дали хотя бы один боковой побег. Если в 2009 г. на всех объектах количество годичных побегов увеличивалось, то в 2010 г. два объекта демонстрируют отрицательную динамику, что свидетельствует о прекращении роста некоторых осей, которое можно объяснить жаркой и засушливой погодой вегетационного периода.

Статистические показатели по длине побегов, их диаметру и количеству почек за 2008-2010 гг., рассчитанные для всей совокупности обследованных деревьев, сведены в табл. 2.

Таблица 2

Статистические показатели по длине побегов, их диаметру и количеству почек за 2008-2010 гг.

Параметр	2008 г.			2009 г.			2010 г.			
	М	V,%	P,%	М	V,%	P,%	М	V,%	P,%	
Длина прироста, см	14,8	77,4	4,6	11,3	84,4	4,6	9,5	82,7	4,3	
Диаметр побегов, мм	2,8	35,8	2,1	2,3	28,4	1,5	1,8	22,4	1,2	
Количество почек	живых	2,2	128,4	7,7	1,8	155,2	8,4	7,6	61,7	3,2
	общее	8,4	56,4	3,4	7,2	57,2	3,1			

Из приведенных в табл. 2 признаков наиболее стабильным является диаметр побегов, по эмпирической шкале С.А. Мамаева уровень его изменчивости можно характеризовать как высокий. Показатели длины при-

ростов и количества почек на них демонстрируют очень высокий уровень изменчивости, причем коэффициенты вариации общего количества почек существенно ниже, чем аналогичные показатели длины прироста.

Средние показатели длины измеренных побегов деревьев по отдельным объектам представлены в табл. 3. По данным табл. 2 и 3 видно, что длина годовых приростов как по всей обследованной совокупности деревьев, так и на каждом отдельно взятом объекте с каждым годом сокращается. Это может объясняться естественными процессами старения растений, усиленными сложными условиями городской среды.

Таблица 3

Статистические показатели по длине годовых побегов деревьев черемухи Маака за 2008-2010 гг.

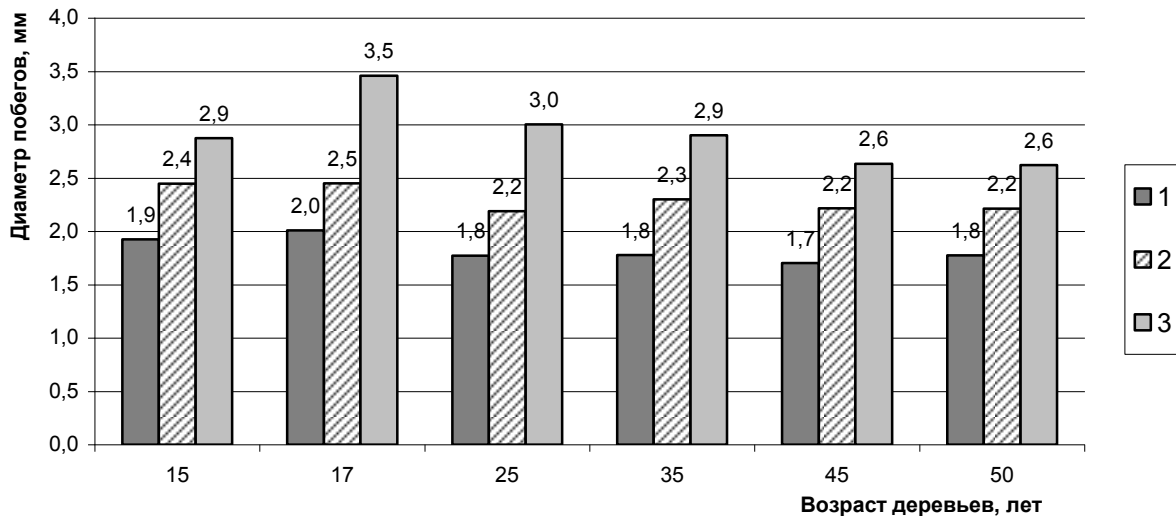
Местоположение	Возраст, лет	Статистические показатели по длине годовых побегов								
		2008 г.			2009 г.			2010 г.		
		М, см	V, %	P, %	М, см	V, %	P, %	М, см	V, %	P, %
Парк Зеленая Роща	15	17,2	74,8	9,4	16,6	84,2	9,5	12,5	94,4	9,7
Ул. 8 Марта	17	19,2	32,1	6,4	7,2	55,0	9,3	7,2	62,1	10,8
Ул. Фурманова	25	21,4	61,7	10,3	11,6	56,5	8,0	10,4	63,7	9,2
Ул. Большакова	35	19,7	55,9	9,5	14,3	62,9	9,4	9,4	66,1	9,2
Парк Чкалова	45	8,5	74,4	8,8	7,9	65,8	7,5	7,3	49,8	5,6
Ул. Белореченская	50	9,9	100,8	14,6	8,4	87,9	11,8	8,5	75,9	10,1

Чтобы установить, зависит ли длина годовых побегов деревьев черемухи Маака, произрастающей на объектах городского озеленения, от возраста деревьев, средствами Microsoft Excel были рассчитаны коэффициенты корреляции между этими показателями. Они составили: -0,76 в 2008 г., -0,43 в 2009 г. и -0,49 в 2010 г. Такие значения свидетельствуют о том, что корреляционная связь есть, она отрицательная и не очень высокая, поскольку условия произрастания обследованных объектов неодинаковы и на процессы развития и старения деревьев влияет множество различных факторов.

Длина годовых побегов деревьев черемухи Маака является наиболее изменчивым из рассмотренных в данной работе показателей. Этот признак слабо зависит от возраста деревьев и в основном определяется внешними факторами, влияющими на состояние растений. Таким образом, длина побегов, легко измеряемая в любой сезон года, может быть перспективным показателем для определения санитарного состояния деревьев данного вида.

Средние показатели диаметра одно-, двух- и трехлетних побегов деревьев черемухи Маака (развившихся в 2008-2010 гг.) по отдельным объектам для наглядности представлены в виде диаграммы (рисунок).

По рисунку. видно, что молодые деревья черемухи Маака развивают годовичные побеги большего диаметра, чем старовозрастные растения. Эта разница сохраняется и при нарастании ветвей в последующие вегетационные периоды.



Средние показатели диаметра побегов деревьев черемухи Маака различного возраста за 2008-2010 гг.: 1 – однолетние; 2 – двухлетние; 3 – трехлетние

По итогам проведенного обследования деревьев черемухи Маака можно сделать следующие выводы:

- определяющими показателями архитектоники крон являются акротония и моноподиальный тип ветвления;
- степень ажурности и изменение общего облика кроны тесно связаны с особенностями закладки цветочных почек и интенсивностью плодоношения в различные периоды онтогенеза;
- средние показатели длины годовичных приростов как по всей обследованной совокупности деревьев в г. Екатеринбурге, так и на каждом отдельно взятом объекте сокращаются в результате старения растений.

### Библиографический список

Полещук А. В. Биологические и декоративные свойства черемухи Маака // Проблемы современной дендрологии: матер. междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения чл.-кор. АН СССР П. И. Лапина (30 июня – 2 июля 2009 г., Москва). М., 2009. С. 490-492.

Федоров А.А., Кирпичников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений: стебель и корень / под общ. ред. П.А. Баранова. Л.: АН СССР, 1962. 354 с.

УДК 58.08 (470.54)

**Н.Н. Чернов**

(N.N. Tchernov)

Уральский государственный  
лесотехнический университет, Екатеринбург



*Чернов Николай Николаевич родился в 1942 г. В 1965 г. окончил Уральский лесотехнический институт. В 2002 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук на тему «Лесокультурное дело на Урале: становление, состояние, пути дальнейшего развития». В настоящее время работает профессором кафедры лесных культур и мелиораций в Уральском государственном лесотехническом университете. Опубликовал 200 печатных работ, в том числе в изданиях ВАК 20. Научные интересы: лесокультурное дело и история лесного хозяйства на Урале.*

**БОТАНИЧЕСКИЕ САДЫ  
УРАЛЬСКИХ ЗАВОДЧИКОВ ДЕМИДОВЫХ  
BOTANICAL GARDENS OF THE URALS FACTORY  
AVNERS DEMIDOV`S**

*Ботанические увлечения Демидовых были реализованы в создании первых российских ботанических садов в Соликамске и Москве.*

*Botanical hobbies of Demidov`s were realized in foundation of the first botanical gardens in Solikamsk and Moscow.*

Сыновья основателя уральской горнозаводской империи Акинфия Демидова известны своими увлечениями ботаникой. Средний из братьев, Григорий, интересовался ботаникой смолоду. Это увлечение позволило ему создать ботанический сад, получивший известность не только в России, но и за рубежом. Он располагался между вотчиной Г.А. Демидова селом Красным и г. Соликамском и был преимущественно оранжерейным; заложен летом 1731 г. Это был первый в России ботанический сад. Позднее старшим братом Прокофием был заложен первый в Москве Нескучный сад (Юркин, 2001).

Г.А. Демидов собрал в свой сад почти все, что росло на Урале, просил купцов привозить новые растения из других стран. Проходивший через Соликамск в 1733 г. участник Второй экспедиции Беринга немецкий ботаник И.Г. Гмелин подсказал Г.А. Демидову, что для выращивания теплолюбивых растений необходимо строить оранжереи, и изготовил их чертежи. Он оставил Г.А. Демидову подробные советы по разведению различных растений в саду, дал фамилии иностранных купцов, у которых можно заказать саженцы различных растений и семена. Григорий Демидов просил

И.Г. Гмелина привезти семенной материал после возвращения из Камчатской экспедиции. С этого времени начались интенсивные работы по созданию сада.

После окончания десятилетней экспедиции И.Г. Гмелин в 1743 г. вновь заехал в Соликамск. Он был удивлен созданной Григорием Демидовым коллекцией грунтовых и оранжерейных растений происхождением из Италии, Греции, стран Африки и других регионов. И.Г. Гмелин предложил новую планировку сада и помог приобрести семена южных растений.

К тому времени сад уже сформировался. В саду была сосредоточена почти полная коллекция уральской и сибирской дендрофлоры, плодоносили фруктовые деревья, росли уральские виды травянистых растений, овощные культуры. И.Г. Гмелин и С.П. Крашенинников поделились с Г.А. Демидовым семенами, собранными ими во время экспедиции по Сибири, Дальнему Востоку и Камчатке. Г.А. Демидов вел учет своей коллекции растений в специальной книге, где по каждому выращиваемому виду имелась подробная запись.

Дважды, в 1739 и 1746 гг., останавливался в г. Соликамске и другой немецкий биолог-зоолог Г.В. Стеллер, сменивший И.Г. Гмелина в Якутии после отказа последнего продолжать экспедицию на Камчатку. Он посетил сад Г.А. Демидова и рекомендовал ему связаться с Карлом Линнеем – выдающимся специалистом по систематике растительного мира. В 1739 г. из Соликамска ушла в Упсалу первая посылка с гербарием, собранным Г. Стеллером по пути в Сибирь. Г.В. Стеллер на обратном пути из Камчатской экспедиции привез шесть возов с 14 ящиками собранных во время путешествия по Сибири и Камчатке образцов растений для передачи их Петербургской Академии наук и Карлу Линнею, у которого со Стеллером была соответствующая договоренность.

Во время второго периода своего посещения Соликамска Г.В. Стеллер был отозван назад, в Иркутск, но на пути следования получил другое указание властей – возвращаться в Петербург. Будучи тяжело больным, он скончался и похоронен в Тюмени. Оставленные им ящики с коллекциями минералов, образцами животного мира, гербарными сборами и растениями оказались на попечении Г.А. Демидова (Парфенов, 2006; Юркин 2001). Посылки с образцами уральских и сибирских видов в Упсалу стали регулярными, из них в саду Карла Линнея прижилось 118 видов. Переписка с Линнеем продолжалась почти 15 лет. Посланные к нему на учебу дети Г.А. Демидова через год после смерти отца вернулись домой, но продолжил учебу только один из них, Павел (Свалов, 1983).

До отъезда в Иркутск, проживая в Соликамске с весны 1746 г. в течение нескольких месяцев и беспокоясь за сохранность растительной коллекции, опасаясь возможной ее гибели при доставке в Петербург,



Г.В. Стеллер высадил в саду Демидова 80 видов редких растений. Остальные материалы Г.А. Демидов отправил в Петербург уже в 1748 г., а их дубликаты – в шведский город Упсалу Карлу Линнею. Особый интерес Карл Линней проявил к растениям-аборигенам Сибири, Дальнего Востока и Камчатки. Он пригласил всех трех сыновей Григория приехать для обучения в Швецию.

По просьбе старшего брата Прокофия Григорий выслал ему несколько посылок с растениями, которые стали одной из составляющих коллекции созданного П. Демидовым Нескучного сада в Москве.

Через 10 лет после смерти Г.А. Демидова в Соликамске побывали член-корреспондент Петербургской академии наук П.И. Рычков и И.И. Лепехин, будущий академик и директор Ботанического сада Петербургской Академии наук. Оба оставили подробные описания видового состава сада (Пирогова, 2000, Чернов, 1998).

Сад в 1772 г. вместе с имением перешел к заводчику А.Ф. Турчанинову и в 1810 г. после раздела Соликамского имения между его наследниками прекратил свое существование (Парфенов, 2006; Юркин, 2001)

П.А. Демидов начал закладку Нескучного сада рядом со своим дворцом в 1740-х годах, используя семенной и вегетативный материалы из Соликамского дендрария своего брата Г.А. Демидова, у которого он проживал в течение десяти лет с 1729 по 1738 гг. До середины XVIII в. на территории современного Нескучного сада были загородные владения князей Трубецких, Голицыных и заводчиков Демидова, Походяшина и Серикова. Прокофий Демидов в начале в 1754 г. приобрел в Москве земли княгини Д.Ф. Репниной, затем купил у детей знаменитого путешественника графа Ф.И. Соймонова двор с садом напротив Донского монастыря на берегу Москвы-реки. Семьсот его крепостных работали в течение двух лет над разравниванием холма, чтобы сад получил форму амфитеатра. Пять его террас различной ширины и высоты длиной 95 саженей спускались к Москве-реке. Было построено несколько каменных оранжерей общей протяженностью более полуверсты для выращивания теплолюбивых растений. Был устроен обсаженный деревьями пруд (Пирогова, 2000).

С 1750 г. Прокофий постоянно проживал в Москве. Иметь ботанический сад для него, как для богача, было престижно. Это было время внедрения в культуру растений, ранее не произраставших в России: апельсинов, лимонов, пальм, абрикосов, гранатов, кофейных деревьев, редких цветов. Их выращивали в оранжереях, пересаживая на лето вдоль аллей, прогулочных дорожек, на берега прудов. Среди коллекций Нескучного сада было много видов и из различных регионов России (Киприн, Шаляпина, 1989).

Прокофий Демидов любил сам ухаживать за садом. Описание сада и каталог растений были составлены знаменитым академиком П.С. Пал-

ласом и изданы в Санкт-Петербурге в 1781 г. Он дважды посетил Нескучный сад. П.С. Паллас писал о саде П.А. Демидова: «Все растения, в саду этом находящиеся, ежегодно с великим рачением собираются и высушиваются как для собственного травника почтеннейшего господина этого сада, так и для снабжения ими охотников и любителей ботаники, в число которых и я, по благосклонности этого достохвального мужа, получил знатное собрание растений для травника» (Караваев, Ефимов, 1983). В каталоге П.С. Палласа перечислено 2224 растения, систематизированных по классам. Через пять лет Порфирий Демидов сам составил новый каталог, где в качестве основы был использован каталог П.С. Палласа; он включал уже 4363 растения.

В коллекции П.А. Демидова числилось несколько сот сортов нарциссов, тюльпанов, гиацинтов. С большой любовью П.А. Демидов пишет о растениях в предисловии к составленному им каталогу: «Если, например, делать наблюдения через микроскоп собранных некоторых семян..., то открываются в них столь чудесные подобию, иногда похожие на насекомых или иные одушевленные вещи...». В каталоге П.А. Демидова растения расположены по линнеевской системе в алфавитном порядке, а класс для каждого растения указан в особой графе. Латинские названия растений написаны кириллицей, затем указывается русское название и очень краткое описание, и в заключение приводится название на латинском языке (Пирогова 2000; Караваев, Ефимов, 1989). Учел он и опыт Григория по систематизации растений, а также методическую помощь Карла Линнея. После смерти Григория в 1761 г. Прокофий перевез в Москву наиболее интересные растения из соликамской коллекции.

П.А. Демидов занимался составлением гербария (травника), в котором находилось до 4,5 тыс. гербарных листов. После его смерти гербарий в 1789 г. был передан в Московский университет (Пирогова, 2000). После пожара 1812 г. сохранилось лишь несколько гербарных листов, а также 150 листов, переданных Демидовым П.С. Палласу; один из видов растений последний назвал в честь Демидова (Караваев, Ефимов, 1983).

П.А. Демидов поддерживал творческие связи со многими зарубежными и отечественными ботаниками. В 1778 г. он переслал Петербургскому ботаническому саду 500 образцов семян.

Ботанический сад был открыт для посещения всех желающих. Нескучным называли его жители Москвы, которых П.А. Демидов забавлял своими эксцентрическими выходками, доходившими до юродства

В 1788 г. наследники Прокофия Демидова продали московскую усадьбу с ботаническим садом Вяземским, которые в 1795 г. перепродали ее Ф.Г. Орлову – сыну Григория Орлова, любимца Екатерины II, генерал-аншефу, обер-прокурору Правительствующего Сената, и Алексею Григорьевичу Орлову, которые разбили пейзажный парк. В первые годы советской власти здесь была устроена первая сельскохозяйственная вы-

ставка, перенесенная позднее на север Москвы. В Нескучном саду к настоящему времени сохранилось несколько сот старых деревьев: лип, кленов, дубов, вязов, лиственниц, ясеней. Нескучный сад вошел в состав Центрального парка культуры и отдыха им. А. М. Горького (Киприн, Шаляпина, 1989). Нынешний сад вокруг дома Демидова (в нем расположен Президиум Академии наук России) является лишь небольшой частью бывшего Нескучного сада.

Младший из братьев Демидовых Никита Акинфиевич, как и его старшие братья, увлекся садово-парковым строительством в Москве, где он в основном и проживал. В Немецкой слободе, где был его главный дом, на террасах на спуске к Яузе-реке он разбил сад на площади 10 га. Здесь наряду с уральской флорой – кедром, пихтой, росли тис, пальмы, лавры, самшиты, фикусы (8 видов), персики, абрикосы, виноград, сливы, ананасы (5 сортов), вишня, овощи, алоэ (15 видов), цветы – всего по состоянию на 1774 г. 9 тыс. наименований грунтовой и оранжерейной флоры. Садово-парковые ансамбли были созданы Никитой Акинфиевичем и в его подмосковных владениях (Парфенов, 2006).

### Библиографический список

Караваяев М.Н., Ефимов А. И. Прокофий Демидов – натуралист XVIII века // Природа. 1983. № 2. С. 96 – 101.

Киприн В., Шаляпина Г. Нескучный сад // Москва. 1989. № 1. С. 146–159.

Парфенов С. Демидовы: Высокая риска // Урал. 2006. № 12. С. 218–230.

Пирогова Е. Библиотеки Демидовых: книги и судьбы. Екатеринбург: Сократ, 2000. 207 с.

Свалов В. Такой нетипичный Демидов: о ботаническом саде Г.А. Демидова // Урал. следопыт. 1983. № 4. С. 74 - 76.

Чернов Н.Н. Лесные культуры на Урале. Екатеринбург: УГЛТУ, 1998. Т. 1. 560 с.

Юркин И.Н. Демидовы – ученые, инженеры, организаторы науки и производства. М.: Наука, 2001. 335 с.



УДК 629.113.01.012.81

**И.Н. Кручинин**  
(I.N. Kruchinin)

Уральский государственный  
лесотехнический университет, Екатеринбург



*Кручинин Игорь Николаевич родился в 1962 г., окончил в 1984 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта и дорожного строительства УГЛТУ. Имеет более 70 печатных работ по проблемам транспорта леса, строительства и эксплуатации автомобильных дорог.*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СТАБИЛИЗИРОВАННЫХ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (USE OF STABILIZED GROUNDS FOR BUILDING FOREST ROAD)**

*Представленная работа предназначена для проведения анализа применения стабилизированных грунтов для лесовозной транспортной сети. Цель настоящей работы – обоснование величины стабилизирующих добавок при строительстве лесовозных автомобильных дорог.*

*This work is intended to analyze the use of stabilized ground for timber-transport network. The purpose of this paper - justification of the value of stabilizing additives in the construction of logging roads.*

Улучшение физико-механических свойств грунтов за счет введения вяжущих материалов в настоящее время осуществляется по двум направлениям:

- стабилизация грунтов, или придание стабильных эксплуатационных характеристик грунтовым материалам;
- укрепление, или повышение механической прочности дисперсных грунтов с искусственным изменением их физико-механических свойств.

Если со вторым направлением все достаточно ясно и этот термин используется в технической документации [1,2], то понятие «грунты стабилизированные» нуждается в разъяснении.

В мировой практике дорожного строительства под стабилизаторами стали понимать гидрофобные добавки, принцип воздействия которых основан на замещении ионов в гидратированной оболочке на поверхности мелкодисперсных частиц грунта. В результате получается грунтовый ма-

териал с более высокими значениями плотности за счет возрастания величины водно-коллоидных связей.

С 2003 г. действуют «Методические рекомендации по укреплению обочин земляного полотна с применением стабилизаторов грунтов» [3], но в них все равно говорится об укреплении грунтов.

И хотя в настоящее время появились двухкомпонентные стабилизаторы (CONSOLID 444, SOLIDRY, KINPRO NANO SISTEM), их действие заключается только в гидрофобизирующем и пластифицирующем влиянии на грунт, которое приводит к резкому улучшению прочностных и морозостойких свойств обработанных грунтов.

Таким образом, следует констатировать, что в стабилизированных грунтах не возникают конденсационно-кристаллизационные структуры, т.е. применять к ним нормативные требования как к укрепленным органическими и неорганическими вяжущими веществами грунтам неправомерно.

В табл. 1 приведены физико-механические показатели для стабилизированных грунтов для суглинка легкого с числом пластичности  $I_p = 11$ , влажностью оптимальной  $W_{\text{опт}} = 14\%$  и содержанием глинистых частиц менее  $0,005\text{ мм } 4,8\%$ .

Таблица 1

Физико-механические свойства стабилизированных грунтов

№ п/п	Вид добавки	Количество добавки, % по массе	Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, МПа	Водонасыщение, %
	Жидкий компонент: Z – 777 Порошкообразный компонент: Solid-Z	0,2 % жидкости, 2% порошок	0,68	1,89

На наш взгляд, стабилизированный грунт – это искусственный грунтовый материал, полученный после уплотнения обработанного грунта. Обработанный грунт изготавливается методом смешения непосредственно на дороге (с использованием ресайклера) или в стационарных грунтосмесительных установках с комплексными добавками: порошкообразной Solid-Z, жидкой Z-777 и водой (при необходимости), и отвечает в проектные и промежуточные сроки нормируемым показателям по прочности и морозостойкости.

Стабилизированные грунты могут быть применены в дорожных одеждах облегченного типа для лесовозных автомобильных дорог. В 2010 г. на территории Тюменской области в Юргинском районе проводились работы по стабилизации грунтов на объекте протяженностью 2,0 км, позволяющей значительно сократить затраты на сооружение и эксплуатацию лесовозных автомобильных дорог.

Для стабилизации использовался местный суглинистый грунт. В состав работ по стабилизации грунтов входят: планировка основания; измельчение фрезерным барабаном грунтов; введение двухкомпонентной стабилизирующей добавки; подкатка разрыхленного и обработанного грунтового материала; профилирование поверхности; окончательное уплотнение стабилизированного слоя основания; поверхностная обработка; уход за грунтовым покрытием.

Рабочие скорости стабилизера Wirtgen WR 2400 составляли от 3 до 5 м/мин в зависимости от грунтовых условий. Количество проходов катка ДУ-84 массой 14 т составляло не менее 14 со скоростью 2,5 км/ч при влажности в пределах от 0,86 до 1,12 от оптимальной. Уплотнение оценивалось методом режущего кольца. Полученный коэффициент уплотнения находился в диапазоне от 0,97 до 0,99.

Готовые участки стабилизированного основания принимались по модулю упругости с помощью прогибомера короткобазового ПГ-1Ф по методике испытаний ОДН 218.1.052-2002. Результаты приведены в табл. 2. Согласно проектно-сметной документации модуль упругости стабилизированного слоя должен составлять не менее 145 МПа, что значительно превышает заявленные значения. Кроме стандартного определения модуля упругости при помощи прогибомера, использовались показания динамического плотномера.

Таблица 2

Статический и динамический модуль упругости стабилизированного слоя

Номер участка	Фактический расчетный модуль упругости $E_{оф.р.}$ , МПа	Динамический модуль упругости $E_{vd}$ , МПа
1 (ПК19+00 –ПК 21+50) лево	177	84,2

Динамический модуль упругости является функцией величины осадки штампа при его ударном нагружении и фактически оценивает степень жесткости всей дорожной конструкции. И хотя этот параметр не является нормативным и имеет лишь статистическую связь с модулем упругости, он позволяет качественно оценить способность стабилизированного слоя создавать конструктивные слои дорожных одежд и оперативно управлять уплотняющей техникой. По нашим оценкам, стабилизированное основание, имеющее динамический модуль упругости  $E_{vd}$  менее 58 МПа, требует дальнейшего уплотнения.

### Основные выводы и рекомендации

1. Стабилизированные грунты – это новый материал, и применять к нему требования по укрепленным грунтам неправомерно.
2. Применение стабилизированных грунтов для лесовозных автомобильных дорог требует строгого проектного обоснования. Стабилизиро-

ванный грунт позволяет применять более гибкую технологию в отличие от укрепленных грунтов.

3. При стабилизации грунтов экономия минеральных вяжущих по сравнению с традиционным укреплением может составлять от 4 до 8 % по массе грунта.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 30491-97. Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия [Электронный ресурс]. Введ. 1997-09-01. М.: Госстандарт России, 2007. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

2. ГОСТ 23558-94 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. [Электронный ресурс]. Введ. 1994-01-01. М.: Госстандарт России, 2007. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

3. Методические рекомендации по укреплению обочин земляного полотна с применением стабилизаторов грунтов. Принят и введен в действие распоряжением Министерства транспорта Российской Федерации от 23.05.03 № ОС-457-р [Электронный ресурс]. Введ. 2003-05-23. М.: Госстандарт России, 2007. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

УДК 629.113:504.056

**И.В. Бердышев**  
(I.V. Berdyshev)

Уральская государственная  
сельскохозяйственная академия, Екатеринбург



Бердышев Игорь Владимирович родился в 1985 г. В 2007 г. окончил Уральскую государственную сельскохозяйственную академию. С 2007 г. по настоящее время продолжает обучение в аспирантуре УрГСХА. С 2010 г. работает в ООО «Сухоложский крановый завод» в должности старшего диспетчера. Опубликовано 10 печатных работ, посвященных исследованиям повышения эффективности использования сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива в условиях отрицательных температур.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ПОДГОТОВКИ СЖИЖЕННОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ДЛЯ ОБЛЕГЧЕНИЯ ЗАПУСКА ДВИГАТЕЛЯ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

(THE USE OF THE THERMAL PREPARATION  
OF LIQUEFIED PETROLEUM GAS TO FACILITATE  
START OF THE ENGINE, IN COMPLEX NATURAL  
AND INDUSTRIAL CONDITIONS OF FOREST INDUSTRY)

*Приводятся факторы, обуславливающие актуальность перевода автомобильной техники в лесопромышленном комплексе на газомоторное топливо. Выявлено положительное влияние тепловой подготовки топлива на запуск двигателя на сжиженном нефтяном газе в условиях отрицательных температур. Представлены результаты расчета экономической эффективности использования тепловой подготовки газа горячим воздухом к запуску двигателя.*

*Given the factors driving the urgency of the translation of automotive equipment for gas motor fuel in the forest industry. Found a positive effect of the thermal preparation of fuel to the engine starting on lpg in conditions of negative temperatures. The results of calculation of economic efficiency of use of thermal gas preparation of hot air to the engine.*

Рекордный уровень загрязнения воздуха сразу в нескольких городах области, запрет на производство АИ-80 (Постановление Правительства РФ от 27.02.2008 № 118), необходимость соответствия требованиям экологического стандарта «Евро-3» при производстве бензина и дизельного топлива, низкий уровень технической оснащенности лесного хозяйства России (Винокуров, Еремин, 2004), спад объема производства продукции, сокращение объема инвестиций в основной капитал лесопромышленного комплекса – факторы, свидетельствующие о необходимости перехода на газомоторное топливо.

Рациональным выходом в сложившейся ситуации для лесопромышленного комплекса является не кардинальная замена старой техники на новую, а переоборудование имеющейся, т.е. установка газового оборудования и использование сжиженного нефтяного газа в качестве моторного топлива, стоимость которого в 2-3 раза ниже стоимости жидкого топлива.

В Свердловской области зарегистрировано около миллиона транспортных средств. Из них переведено на газ всего несколько тысяч. В лесном хозяйстве и лесной промышленности автомобили и тракторы имеют самое широкое применение. В лесном хозяйстве и на предприятиях лесной промышленности Свердловской области используется около 1300 единиц техники, в том числе грузовые (712 ед.) и легковые автомобили (347 ед.), автобусы (55 ед.), пикапы и фургоны (28 ед.), специальная техника (151 ед.) (по данным «Свердловскстат»).



Удобство использования газа, его экономичность в сравнении с жидким нефтяным топливом, экологическая безвредность производства, низкий уровень токсичности продуктов сгорания газа, улучшение моторных качеств двигателя определяют эффективность применения газа в качестве моторного топлива.

Недостатком применения газомоторного топлива является затрудненный запуск двигателя в условиях отрицательных температур. Запуск двигателя на сжиженном нефтяном газе (СНГ) возможен без применения дополнительных средств тепловой подготовки только при температуре окружающего воздуха не ниже минус 10 °С (Золотницкий, 2007). Размещение лесозаготовок обусловлено наличием лесосырьевых ресурсов. Ведущими районами по производству деловой древесины являются Европейский Север, Восточная Сибирь, Урал (Свердловская область) и др. Данные регионы характеризуются холодными и даже суровыми климатическими условиями в зимний период, осложняющими эксплуатацию автомобильной техники.

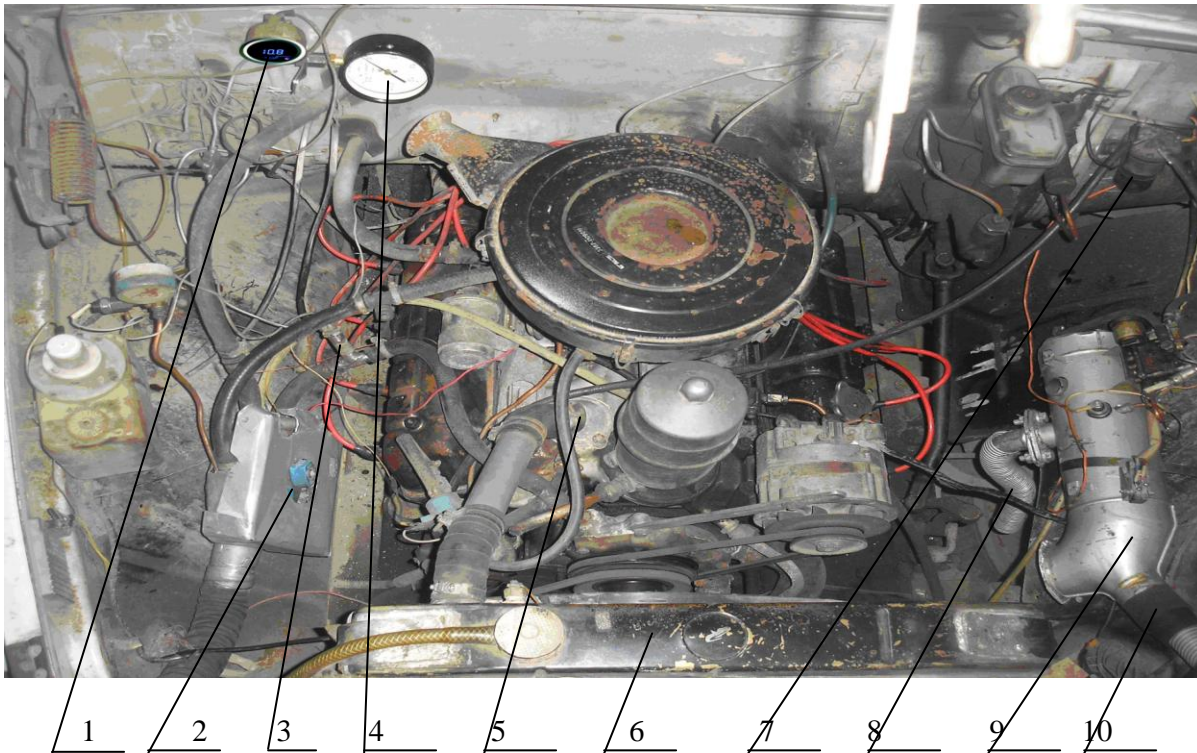
Анализ физико-механических свойств сжиженного нефтяного газа, существующих технологий и средств тепловой подготовки к запуску автомобилей, работающих на СНГ, показал, что способ тепловой подготовки топлива к запуску двигателя горячим воздухом является наиболее эффективным при использовании на предприятиях лесного комплекса для облегчения запуска двигателей в сложных природно-производственных условиях (Июфинов, 1974; Цуцоев, 1989; Шилова и др., 2006).

Тепловая подготовка газа путем разогрева редуктора-испарителя обеспечивает условия для испарения газа, воспламенения газозвуш-ной смеси и, следовательно, запуска двигателя.

Для проведения экспериментальных исследований разработано отопительное устройство, позволяющее осуществлять предпусковой разогрев редуктора-испарителя низкого давления, сжиженного нефтяного газа в нем, подкапотного пространства и двигателя в целом (рисунок). Подогрев топлива производится путем направления потока горячего воздуха от нагревателя на редуктор-испаритель.

Редуктор-испаритель помещен в кожух 2, куда поступает горячий воздух от отопителя 9 через присоединительный съемный металлический гофрированный патрубок 10. Из кожуха горячий воздух выходит в подкапотное пространство, нагревая его и двигатель.

Применение данного способа тепловой подготовки топлива в условиях отрицательных температур позволяет значительно сократить затраты времени, труда и сил водителя на запуск двигателя в зимнее время. Сокращение времени разогрева двигателя ведет к уменьшению выброса в атмосферу отработавших газов.



Установка для предпускового разогрева редуктора-испарителя:

- 1 - указатель температуры охлаждающей жидкости SPA DG100;
- 2 - кожух для подогрева редуктора-испарителя низкого давления;
- 3 - датчик температуры (ТМ100А);
- 4 - манометр низкого давления ДМ1001У2 IP40 ГОСТ2405-88;
- 5 - бензиновый двигатель ЗМЗ-51108-8V-4;
- 6 - радиатор;
- 7 - бензиновый электроклапан;
- 8 - гофрированный металлический патрубок отработавших газов;
- 9 - отопитель О15-0010-10;
- 10 - гофрированный металлический патрубок

Расчеты экономического эффекта показали, что предлагаемый вариант запуска двигателя в условиях низких температур уменьшает эксплуатационные расходы. Применение разработки позволяет увеличить надежность запуска и резко сократить время подготовки двигателя к работе. Общая экономия денежных средств за пять месяцев (период низких температур), полученная при эксплуатации автомобиля ГАЗ-3307 от применения разработанного варианта, за счет использования СНГ составляет по сравнению с запуском двигателя на бензине 17–17,5 тыс. руб., срок окупаемости – 0,57 года, в сравнении с использованием запуска двигателя на СНГ без тепловой подготовки топлива – 9–9,5 тыс. руб., срок окупаемости – 1 год.

Таким образом, наиболее экономичным средством облегчения запуска двигателя в холодное время года является использование тепловой подготовки топлива посредством разогрева редуктора-испарителя и находящегося в нем СНГ горячим воздухом.

### Библиографический список

Винокуров В.Н., Еремин Н.В. Система машин в лесном хозяйстве. М.: «ACADEMA», 2004. 319 с.

Золотницкий В.А. Автомобильные газовые топливные системы. М.: АСТ: Астрель, 2007. 60 с.

Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. М.: Колос, 1974. 480 с.

Цуцоев В.И. Пуск машин. Эксплуатация сельскохозяйственной техники зимой. М.: Агропромиздат, 1989. С.44–50.

Шилова Е.П. и др. Опыт применения альтернативных видов топлива для автомобильной и сельскохозяйственной техники: науч. аналит. обзор / Е.П. Шилова, И.В. Крюков, Н.Н. Толкачев [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 96 с.



УДК 630\*566

**В.Н. Егоров**

(V.N. Egorov)

Уральская государственная  
сельскохозяйственная академия, Екатеринбург



*Егоров Василий Николаевич родился в 1985 г. В 2007 г. окончил Уральскую государственную сельскохозяйственную академию. С 2007 г. является аспирантом Уральской государственной сельскохозяйственной академии. Опубликовано восемь печатных работ, посвящённых исследованиям перераспределения нагрузок между осями тракторно-транспортного агрегата с целью повышения тягово-сцепных свойств трактора.*

## **ВЛИЯНИЕ НЕРОВНОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ В ГИДРОСИСТЕМЕ ТРАКТОРА (INFLUENCE OF SURFACE ROUGHNESS OF THE MOTION FOR THE CHANGE OF PRESSURE IN THE HYDRAULIC SYSTEM OF THE TRACTOR)**

*Приводятся теоретические предпосылки и результаты исследования процесса движения тягово-транспортного агрегата (ТТА) через искусственные недеформируемые неровности типа выступа (насыпи) для ведущей оси трактора. Определены направления для совершенствования системы догрузки ведущих колес трактора с помощью гидрофицированного догружающего устройства.*

*Presents the theoretical background and the results of the study of the motion TTA through the artificial solid bumps type tab (embankment) for the drive axle of the tractor. Identified areas for improvement of the system load drive wheels of the tractor with hydraulic devices.*

В районах лесозаготовок транспортные средства движутся на низших передачах со скоростью 6–10 км/ч. При этом значительно возрастают сопротивление перемещению транспортных средств, буксование, расход топлива, снижается производительность МТА, повышается себестоимость работ.

Как показывают исследования, использование догружающего устройства в совокупности с гидросистемой трактора позволяет улучшать его тяговые свойства путем перераспределения нагрузки от прицепа на ведущий мост, что необходимо при недостаточном сцеплении ведущего аппарата с несущей поверхностью (Гребнев, Бочаров, 2001; Жадик и др., 2004). Однако вопрос изменения нагрузок на оси ТТА с помощью гидрофицированного догружающего устройства в процессе движения агрегата на сегодняшний день полностью не решен.

При движении ТТА по неровной поверхности колебания давления  $P_\phi$  в силовой гидросистеме трактора зависят от скорости движения  $V$ , высоты преодолеваемого препятствия  $h$  и величины начальной догрузки ведущей оси трактора  $P_1$ , жесткости шин  $c_{ш}$  и пружины энергоаккумулятора  $c_3$ , а также прочих факторов  $x$  (температуры окружающей среды, зазоров между сопрягаемыми деталями навесного устройства, деформации узлов ТТА и т.д.):

$$P_\phi = f(P_1, V, h, c_{ш}, c_3, x). \quad (1)$$

В связи с большим количеством переменных определение показателя варьирования давления в гидросистеме трактора теоретическим путем с необходимой достоверностью не представляется возможным. Оценить величину варьирования давления  $\gamma$  возможно с помощью экспериментальных исследований изменения давления в силовой гидросистеме трактора в составе ТТА, движущегося по неровной поверхности. Значение варьирования  $\gamma$  в этом случае определим зависимостью

$$\gamma = 1 + \left( \frac{P_2 - P_1}{P_1} \right), \quad (2)$$

где  $P_1$ ,  $P_2$  – начальное и максимальное (минимальное) давление в силовой гидросистеме трактора, при движении ТГА по неровности соответствующей оси.

Параметр  $\gamma$  характеризует стабильность давления в гидросистеме трактора (догрузки ведущих колес) при движении ТГА по поперечным неровностям поверхности. Наиболее значимым является изучение варьирования давления в гидросистеме через отношение разности давлений (начального и текущего) при преодолении неровностей ведущей осью трактора. При этом изменения давления в гидросистеме наиболее существенно влияют на стабильность догрузки ведущих колес, управляемость трактора, безотказность узлов и агрегатов, плавность хода ТГА, условия труда механизатора. Для этого рассмотрим три варианта возможных значений величины варьирования  $\gamma$  (при постоянном начальном давлении  $P_1$ ):

1)  $\gamma_v=1$  – движение ведущей оси трактора происходит по ровной горизонтальной поверхности без ускорения и торможения;

2)  $\gamma_v>1$  – движение ведущей оси трактора происходит по поверхности типа выступа (насыпи) при въезде ТГА на уклон, при выезде ТГА с подъема, при ускорении ТГА;

3)  $\gamma_v<1$  – движение ведущей оси трактора происходит по поверхности типа уступа (канавы) при въезде ТГА на подъем, при выезде ТГА с уклона, при торможении ТГА.

Отклонение величины варьирования давления  $\gamma$  от 1 происходит за счет опережения или запаздывания срабатывания передачи импульса от насоса или точки приложения нагрузки к исполнительному механизму.

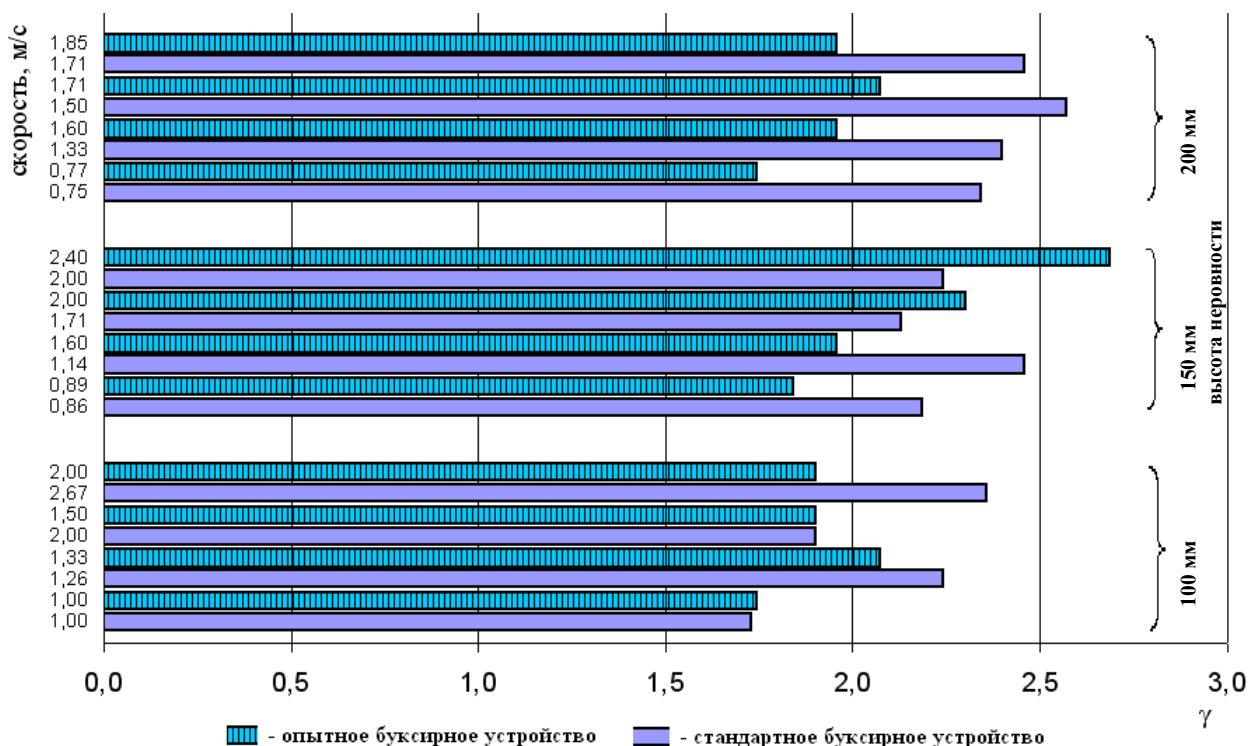
Аналогично можно рассмотреть значения  $\gamma$  для управляемой оси трактора и осей прицепа, при отклонении продольной оси трактора от горизонтали.

Параметр  $\gamma$  отражает жесткость работы навесного устройства и плавность хода ТГА в целом. Плавность хода ТГА связана с изменением давления в шинах и жесткостью рессор прицепа, а жесткость работы догружающего устройства связана с изменением характеристик гидросистемы (стабильностью вязкостно-температурных характеристик гидравлической жидкости, объемом гидросистемы, длиной трубопроводов, параметров сцепного и навесного устройств, использованием гидроаккумуляторов различных типов, а также с применением дополнительных демпфирующих устройств.

Стабильность догрузки задних колес трактора с использованием величины варьирования давления в гидросистеме трактора  $\gamma$  исследована экспериментально. Теоретические предпосылки оценки демпфирующей способности гидрофицированного догружающего устройства реализованы при проведении экспериментов в учхозе «Уралец» УрГСХА. На рисунке представлены результаты исследования процесса движения ТГА через ис-

куственные недеформируемые неровности типа выступа для ведущей оси трактора.

Анализ данных показывает, что увеличение высоты и скорости преодоления препятствий приводит к волнообразному увеличению догрузки. Экспериментальные исследования проведены для начальной догрузки ведущей оси трактора на 4,6 кН, общей длине нижних тяг навески 1350 мм. Величина  $\gamma$  при скорости движения ТТА до 1 м/с через все рассматриваемые высоты неровностей имеет минимальные значения. С ростом скорости до 1,5 м/с происходит повышение величины варьирования  $\gamma$  на 12–20 %. На скоростях более 1,5 м/с наблюдается снижение  $\gamma$  на 5–10 %. Волнообразный процесс изменения величины  $\gamma$  является следствием увеличения вертикальной составляющей ускорения при преодолении неровности, а также снижением демпфирующей способности догружающего устройства с помощью гидроаккумулятора. С ростом скорости движения сжатие пружины гидроаккумулятора доходит до 100 %, и вследствие несжимаемости жидкости силовая гидросистема трактора становится абсолютно жесткой (при условии наличия абсолютной герметичности внутри системы). Таким образом, во время преодоления неровностей высотой более 100 мм и скорости свыше 1,5 м/с возможна кратковременная потеря контакта управляемых колес с поверхностью движения.



Варьирование давления в гидросистеме трактора  $\gamma$  при прохождении ведущей оси трактора через неровности на различных скоростных режимах (при начальной догрузке ведущей оси трактора на 4,6 кН)

Для обеспечения возможности эксплуатации догружающего устройства в составе ТГА на скоростях более 6 км/ч и высотах неровностей 100-200 мм необходимо:

- 1) увеличение объема гидроаккумулятора и хода сжатия его пружины.
- 2) введение в систему догружающего устройства дополнительных демпфирующих элементов, благодаря которым характеристика сжатия пружины гидроаккумулятора становится нелинейной.
- 3) снижение жесткости догружающего устройства пропорционально увеличению давления в силовой гидросистеме трактора, преодолевающего неровность ведущей осью.

### **Библиографический список**

Гребнев В.П., Бочаров А.В. Эффективность корректирования вертикальных нагрузок на колеса тракторного транспортного агрегата // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2001. № 7. С.5-7.

Жадик П.В., Жадик А.В., Лустенков М.Е. Автоматический корректор вертикальных нагрузок по буксованию // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2004. № 4. С.24-25.



## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Залесов С.В., Морозов А.Е., Морозова Р.В., Платонов Е.П.</i> Динамика естественного лесовосстановления на нарушенных в процессе нефтегазодобычи землях на территории Нефтеюганского района ХМАО-Югры .....	3
<i>Алесенков Ю.М., Андреев Г.В., Иванчиков С.В.</i> Влияние частично-го ветровала на приросты деревьев березы и ели .....	18
<i>Толкач О.В.</i> Сосновый подрост в условиях техногенного и рекреационного воздействия в зеленых зонах г. Екатеринбурга.....	27
<i>Усольцев В.А., Воробейчик Е.Л., Борников А.В., Жанабаева А.С., Бачурина А.В., Кох Е.В., Мезенцев А.Т., Крудышев В.В., Лазарев И.С.</i> Реакция биопродуктивности насаждений на загрязнения от Карабашского медеплавильного комбината .....	33
<i>Кожевников А.П., Годовалое Г.А., Гнеушева Т.М.</i> Инвентаризация монодоминантных поздне-сукцессионных фитоценозов с дубом черешчатым на экотоне темнохвойно-широколиственных и бореальных лесов .....	45
<i>Фрейберг И.А., Стеценко С.К.</i> Фотосинтез сосны и распределение его продуктов под воздействием пестицидов .....	51
<i>Сафронова У.А.</i> Особенности развития крон деревьев черемухи Маака в условиях г. Екатеринбурга .....	57
<i>Чернов Н.Н.</i> Ботанические сады уральских заводчиков Демидовых .....	62
<i>Кручинин И.Н.</i> Применение стабилизированных грунтов при строительстве лесовозных автомобильных дорог .....	67
<i>Бердышев И.В.</i> Использование тепловой подготовки сжиженного нефтяного газа для облегчения запуска двигателя в сложных природно-производственных условиях лесопромышленного комплекса .....	70
<i>Егоров В.Н.</i> Влияние неровностей поверхности движения на изменение давления в гидросистеме трактора .....	74