

ОРИГИНАЛЬНЫЕ  
СТАТЬИ

УДК 630 (082)

**ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОЙ НАУКИ  
КАК ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ**

© 2015 г. Н. В. Лукина<sup>1</sup>, А. С. Исаев<sup>1</sup>, А. М. Крышень<sup>2</sup>, А. А. Онучин<sup>3</sup>,  
А. А. Сирин<sup>4</sup>, Ю. Н. Гагарин<sup>1</sup>, С. А. Барталев<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32

E-mail: lukina@cepl.rssi.ru

<sup>2</sup> Институт леса КарНЦ РАН  
185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская, 11

<sup>3</sup> Институт леса СО РАН  
660036, Красноярск, Академгородок, 50, стр. 28

<sup>4</sup> Институт лесоведения РАН  
143030 Московская обл., Успенское, ул. Советская, 21,

<sup>5</sup> Институт космических исследований РАН  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 84/32

Поступила в редакцию 10.02.2015 г.

В рамках представленной в статье концепции Программы “Экологические и социально-экономические угрозы деградации лесов России и пути их предотвращения”, разработанной коллективом ведущих ученых различных институтов, подведомственных ФАНО, при координации со стороны Научного Совета РАН по лесу, обсуждаются приоритетные направления лесной науки как основы устойчивого управления лесами. К сфере реализации программы относятся разработка новых методов и технологий мониторинга, оценки состояния и динамики лесов, обусловленной комбинированным действием антропогенных и природных факторов, их биоразнообразия, экосистемных функций и услуг, разработка методов и технологий хозяйственных мероприятий по охране, защите, многоцелевому неистощительному использованию, воспроизводству лесов, повышению их продуктивности, экологические и социально-экономические основы устойчивого управления лесами, совершенствование лесного законодательства, образование и повышение уровня квалификации лесных специалистов и профориентация школьников. В рамках данной статьи обсуждается развитие восьми подпрограмм. Развернутая версия концепции программы дорабатывается с учетом предложений, поступивших во время ее обсуждения на конференции “Научные основы устойчивого управления лесами”, проходившей 21–23 октября 2014 г. в Москве; разрабатываются новые две подпрограммы “Изучение, сохранение и рациональное использование лесных генетических ресурсов России”, “Влияние состояния лесов на здоровье человека”.

*Лесная наука, приоритеты, программа, концепция.*

Леса являются самыми распространенными наземными экосистемами нашей планеты, обеспечивающими местообитаниями более половины известных видов растений и животных. Особая роль в сохранении мирового биоразнообразия лесов и выполнении ими экосистемных функций принадлежит России, на долю которой приходится 22% всех мировых лесных ресурсов, в том числе более половины бореальных лесов планеты. Земли лесного фонда составляют более 2/3 общей площади земель нашей страны, а лесистость ее территории (45.4%) – одна из самых высоких в мире.

Анализ материалов спутникового мониторинга демонстрирует, что с начала текущего века наблюдается заметное сокращение покрытой лесом площади Российской Федерации (Исаев и др., 2014), обусловленное комбинированным влиянием природных и антропогенных факторов, к которым относятся изменения климата, пожары, промышленное загрязнение, массовые вспышки численности вредителей, грибные и бактериальные болезни, истощительное использование лесов, нерациональное ведение лесного хозяйства, связанное с недостатком современных знаний и

низким уровнем внедрения научных достижений. О значительных изменениях состава, структуры и функций лесов свидетельствуют долговременные биогеоэкологические наблюдения на лесных стационарах Института РАН (Никонов и др., 2004; Лукина, Никонов, 1996; Сирин и др., 2012; Lukina et al., 2013; и др.).

Идентификация основных факторов, вызывающих изменения в лесах на различных пространственных и временных уровнях, и понимание связей между комбинированным действием этих факторов, биоразнообразием, экосистемными функциями/услугами и благосостоянием людей необходимы для устойчивого управления лесами.

Для предотвращения дальнейшей деградации лесов России необходима разработка специальной программы, опирающейся на фундаментальные знания о структуре и динамике лесного покрова, учитывающей соответствующие современным вызовам методы и технологии мониторинга, охраны, защиты, использования и воспроизводства лесов с сохранением их генетического, видового и экосистемного биоразнообразия и экосистемных функций. Реализация такой программы позволит найти оптимальное решение проблемы баланса между производством обеспечивающих услуг и товаров, с одной стороны, и сохранением биоразнообразия лесов, с другой, на основе применения интеграционных и сегрегационных механизмов в лесах, используемых с различной интенсивностью (Разнообразии и динамика..., 2012, 2013; Krauss, Krumm, 2013).

Необходимо исключить практику принятия затратных решений, не учитывающих современные знания о лесах и не базирующихся на современных методах и технологиях. Именно поэтому предлагаемая программа разрабатывается академическими институтами, основной сферой деятельности которых является получение фундаментальных знаний о природных явлениях и процессах, а также разработка самых современных технологий.

Коллектив ведущих ученых в области лесоведения, экологии, почвоведения, ботаники, зоологии, генетики, биотехнологии, работающих в различных институтах, подведомственных ФАНО, при координации со стороны Научного Совета РАН по лесу подготовил концепцию Программы приоритетных направлений развития лесной науки “Экологические и социально-экономические угрозы деградации лесов России и пути их предотвращения”.

Программа направлена на объективную оценку масштабов, экологических и социально-эконо-

мических последствий деградации лесов в условиях глобальных изменений и разработку путей предотвращения угроз деградации лесов России и предполагает решение следующих задач:

1) совершенствование и развитие методов и технологий мониторинга и оценки ресурсного потенциала и экологического состояния лесов на основе наземных и спутниковых данных;

2) разработка и применение методов мониторинга, оценки, сохранения и восстановления биологического (экосистемного, видового, генетического) разнообразия лесов, их экосистемных функций и услуг на основе наземных и спутниковых данных;

3) разработка и применение моделей краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного прогнозирования динамики лесов в условиях комбинированного действия антропогенных и природных факторов, в том числе изменений климата, с использованием спутниковых, геофизических, геохимических, геоботанических, зоологических, лесотаксационных, лесопатологических, почвенных и генетических данных;

4) разработка научных основ, современных методов и технологий защиты лесов от вспышек массового размножения насекомых и вредителей и неблагоприятных факторов среды;

5) разработка научных основ, современных методов и технологий профилактики и борьбы с лесными и лесо-торфяными пожарами;

6) разработка научных основ, методов и технологий многоцелевого неистощительного лесопользования, воспроизводства и повышения продуктивности лесов различного целевого назначения на основе естественных процессов и методов интенсивного лесовыращивания;

7) разработка экологических и социально-экономических основ устойчивого управления лесами на локальном, региональном и федеральном уровнях;

8) совершенствование лесного законодательства, разработка нормативной правовой базы для развития устойчивого управления лесами;

9) разработка образовательных программ и курсов, направленных на повышение качества лесного образования и повышение квалификации лесных специалистов.

Реализация программы предоставит научно-исследовательским организациям эффективный инструмент взаимодействия и координации научных исследований, обогатит их новыми методами исследования закономерностей формирования

и развития лесов, оценки их биоразнообразия, экосистемных функций/услуг. Полученные результаты обеспечат ответственные органы исполнительной власти эффективными методами и технологиями мониторинга и инвентаризации лесов, прогнозирования их состояния и динамики. Решение поставленных задач позволит создать основу мультикритериальных систем поддержки принятия решений в целях устойчивого управления лесами на локальном, региональном и федеральном уровнях и обеспечит хозяйствующие субъекты современными технологиями многоцелевого неистощительного лесопользования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, а также будет способствовать принятию рациональных и своевременных решений по управлению лесами.

Цели и задачи программы определили ее структуру, включающую восемь взаимосвязанных подпрограмм:

1. Мониторинг и оценка ресурсного потенциала и экологического состояния лесов.
2. Мониторинг и оценка биологического разнообразия и экосистемных функций лесов.
3. Защита лесов от вредителей и болезней: научные основы, методы и технологии.
4. Современные методы и технологии профилактики лесных пожаров.
5. Воспроизводство и повышение продуктивности лесов на основе естественных процессов и интенсивных методов лесовыращивания.
6. Устойчивое управление лесами.
7. Совершенствование лесного законодательства
8. Образование и повышение уровня квалификации лесных специалистов и профориентация школьников.

К сфере реализации программы относятся разработка новых методов и технологий мониторинга, оценки состояния и динамики лесов, обусловленной комбинированным действием антропогенных и природных факторов, их биоразнообразия, экосистемных функций и услуг.

Уровень обеспеченности объективной и регулярно обновляемой информацией о динамике лесов России в настоящее время не отвечает современным политическим, экономическим и экологическим вызовам. Будучи бесспорным мировым лидером по наличию лесных ресурсов, Россия в настоящее время обладает лишь весьма приблизительными представлениями о них, не имея достоверных данных о качественных и количественных характеристиках лесов, необхо-

димых для полной оценки их экономического и экологического потенциала и рационального использования.

**Экстенсивное лесопользование** в России в течение многих десятилетий, особенно с применением сплошных концентрированных рубок в лучших насаждениях хвойных пород, привело к существенному сокращению их площади и ухудшению качественного состава лесов в освоенной части лесного фонда, эрозии видовых генофондов лесообразующих древесных пород. Несбалансированность темпов изъятия и гибели лесных насаждений с темпами и способами их воспроизводства привела к значительному росту площади мягколиственных пород, резкому сокращению площади спелых и перестойных насаждений. Негативной тенденцией в динамике породной структуры лесов Российской Федерации является снижение доли хвойных, так как естественное возобновление древостоев на вырубках и гарях происходит, как правило, через смену пород.

Одним из самых мощных факторов динамики лесов являются **пожары**. По данным ФАО ООН, доля лесных пожаров на территории Российской Федерации может достигать 27% от всех случаев пожаров в лесах мира. Согласно официальным оценкам (Государственная программа....., 2013), ущерб от лесных пожаров, вредных организмов и других неблагоприятных факторов значительно превышает величину общих расходов на охрану, защиту и воспроизводство лесов. В России ежегодно регистрируются десятки тысяч (от 12 до 43 тыс.) случаев лесных пожаров, охватывающих значительные площади земель (в отдельные годы превышают десятки миллионов га), покрытых лесной растительностью.

Пожары являются доминирующим фактором динамики лесов на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. Согласно данным подведомственных ФАНО институтов, за период 2010–2012 гг. в этих регионах рост общей площади пожаров в два раза выше среднемноголетнего значения (Лупян и др., 2013). За 13 лет средняя площадь пожара в регионах выросла с 200 до 800 га, а 2012 г. стал самым катастрофическим в этом столетии пожароопасным сезоном. По данным дистанционного мониторинга, общая площадь пожаров составила более 18 млн. га, из них на покрытых лесом территориях более 11 млн. га. При этом 99% всей площади пожаров приходится на эти регионы. Пожары, кроме прямого ущерба от уничтожения лесов, вносят значительный вклад в эмиссию парниковых газов. Проведенные Центром по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН

расчеты размеров эмиссии парниковых газов по всей территории России за период наблюдений с 2006 по 2012 гг. по оригинальной методике показали, что общий объем эмитированных соединений углерода за весь период наблюдения с 2006 по 2012 гг. превысил 695.5 млн. т; при этом объем угарного газа достиг отметки 26.5 млн. т. Наибольший вклад в размеры выбросов углерода и других парниковых газов от лесных пожаров в России внесли пожары 2012 г. (более 44%) (Ершов и др., 2014, устное сообщение). Не меньшие экологические и несравнимо большие социально-экономические последствия имеют лесо-торфяные пожары в густонаселенных регионах Европейской территории страны (Сирин и др., 2011).

Очевидно негативное воздействие на леса **изменений климата**. Повышение частоты засух и волн тепла приводит к масштабным усыханиям темнохвойных лесов, отмечающимся по всей территории Европейской части России. Усиливается деградация дубрав на южной границе распространения леса. В последние годы уменьшилась площадь насаждений таких ценных твердолиственных пород, как ясень на Дальнем Востоке, дуб и бук в районах Северного Кавказа, а также хвойных лесов в северных и дальневосточных районах страны. Все чаще наблюдаются катастрофические ветровалы, снеголомы, а также экстремальные фенологические явления, сказывающиеся на жизнеспособности лесов.

В настоящее время явно недооценена роль болот и заболоченных лесов, которые представляют значительную часть лесной зоны страны (Вомперский и др., 2011), в формировании углеродного пула и эмиссии парниковых газов в Северной Евразии, не исследованы связи этих процессов с текущими изменениями климата.

В настоящее время наметилась тенденция к увеличению повреждения лесов и потерь лесных ресурсов от **вредителей и болезней леса**, которое связывают также с изменениями климата. Согласно официальным данным (Государственная программа....., 2013), при сохранении существующих тенденций площадь очагов вредителей и болезней в лесах Российской Федерации к 2020 г. может удвоиться и достичь 6–7 млн. га. С каждым годом все сильнее ощущается нехватка доступных средств защиты леса от вредных организмов, особенно в части экологически безопасных и эффективных биологических препаратов. Объемы мероприятий по локализации и ликвидации очагов вредных организмов в лесах на территории субъектов Российской Федерации сокращаются в разы. Выполнение профилактических лесоза-

щитных мероприятий в регионах проводится без научного обоснования, эффективность этих работ определяется условно без натуральных оценок. Низкий уровень защиты лесов России из-за несвоевременности выявления вспышек массового размножения опасных лесных вредителей (непарный шелкопряд, сибирский шелкопряд, сосновый коконопряд, шелкопряд-монашенка, короед-типограф и др.) и оценки их последствий приводят к катастрофическим повреждениям лесов на значительных площадях.

К примерам крупномасштабных изменений землепользования относится **зарастание лесом заброшенных сельскохозяйственных земель**. В России заброшенные сельскохозяйственные земли, площади которых по некоторым оценкам превышают 70 млн. га, приурочены главным образом к территориям с низким биоклиматическим потенциалом (более 40%) (Люри и др., 2010; Узун, 2011). Социально-экономические и экологические последствия этих процессов пока еще недостаточно оценены.

Влияние всех этих факторов на леса носит **комбинированный характер**, поэтому причины происходящих негативных процессов далеко не очевидны. Так, увеличение средней площади пожара за последние полтора десятка лет коррелирует с повышением сумм температур воздуха за этот же период; массовые вспышки численности насекомых часто являются последствиями засух и пожаров; зарастание сельскохозяйственных земель обусловлено прежде всего экономическими причинами, но скорость и направления сукцессионного развития биогеоценозов часто непредсказуемы. Для прогнозирования таких масштабных явлений необходимо опираться на знания механизмов устойчивости и развития сложных природных систем. Идентификация основных факторов, вызывающих изменения в лесах на различных пространственных и временных уровнях, и понимание связей между комбинированным действием этих факторов, биоразнообразием, экосистемными функциями/услугами и благополучием людей необходимы для принятия решений и устойчивого управления лесами.

Очевидно, что происходящие в лесах негативные процессы приводят к их деградации, снижению биоразнообразия, потере жизненно важных для человека экосистемных функций и услуг. Экосистемные услуги являются антропоцентрическим понятием, связанным с потенциальной пользой экосистем для человека и с продуктами, создаваемыми экосистемами и потребляемыми человеком. В Программе "Оценка

экосистем на пороге тысячелетия” (Millennium Ecosystem Assessment (МЕА), 2005) выделяются четыре категории экосистемных услуг: 1 – *поддерживающие услуги*, к которым относятся почвообразование, фотосинтез и круговорот элементов питания, 2 – *регулирующие услуги*, такие как регулирование климата, циклов элементов, качества воды, переработки отходов человеческой жизнедеятельности и др.; 3 – *обеспечивающие услуги*, к ним относятся обеспечение продуктами питания, водой, древесиной и волокнами и др.; 4 – *культурные услуги*, направленные на удовлетворение рекреационных, эстетических и духовных потребностей. Под экосистемными услугами можно понимать весь спектр товаров и услуг, предоставляемых природой, т.е. все четыре функции природного капитала (Бобылев, Захаров, 2009), с которыми в существенной степени совпадают выделенные четыре категории услуг.

Д.С. Павлов с соавт. (2010) развивают экологическую концепцию природопользования, согласно которой необходим переход от стратегии интенсивного потребления природных ресурсов к экономической модели поддержания механизмов природной регуляции среды, способных обеспечить устойчивое развитие цивилизации. В основу данной концепции положен принцип приоритетного сохранения средообразующих, климаторегулирующих функций биотических сообществ и всего разнообразия живых организмов планеты.

Большинство жизненно необходимых услуг, поставляемых экосистемами, являются экстерналиями, цена которых не отражена на рынке. Это, в свою очередь, ведет к их неразумному использованию, результатом чего становится ухудшение, зачастую необратимое, окружающей среды. Различают понятия экономической ценности и цены для экосистемных услуг (природных ресурсов и услуг). Широко известен первый опыт глобальной оценки экосистемных услуг (ОЭУ), вызвавшей многочисленные дискуссии. Согласно этой оценке, суммарная годовая оценка учтенных функций естественных экосистем планеты в среднем составила 33 триллиона долларов США, что в два раза превышает созданный человечеством ВВП (Constanza et al., 1997). В настоящее время широко распространены мелкомасштабные системы ОЭУ (Chan et al., 2006), а увеличение масштаба ОЭУ до локального и регионального уровней является проблемой, решение которой требует территориального планирования, связывающего экосистемные услуги с сохранением биоразнообразия и между собой. При этом необходимо проведение анализа “затраты – выгода”. Однако в России существуют примеры оценки экосистемных услуг

на региональном уровне. Экосистемные услуги оценивались для Московской, Кемеровской и Томской областей (Михаленко, 2008), территории Волжского бассейна (Волжский бассейн..., 2011). С точки зрения комплексности оценки и экономической дифференциации экосистемных услуг, перспективной является концепция общей экономической ценности (стоимости) (Бобылев, Захаров, 2009). Экономическая ценность должна охватывать все четыре функции природного капитала (ресурсная; регулирующая; услуги, связанные с эстетическим, этическим, моральным, культурным, историческим аспектами; обеспечение здоровья человека) и максимальное количество экосистемных услуг. Экономические оценки второй и третьей функций природного капитала пока немногочисленны. Фундаментальные знания о структуре и функциях возрастают стремительно, но есть существенный пробел в понимании, как происходит обеспечение комплексом экологических услуг – преобладающее большинство исследований посвящено оценкам единичных услуг.

Экономическая ценность нерыночных, социальных и экологических, прежде всего регулирующих лесных услуг превышает рыночную стоимость древесины, но эти ценности до сих пор не принимаются во внимание при принятии решений. Для включения оценки экосистемных функций и услуг в системы принятия решений по управлению лесами необходимо решить ряд проблем:

1. Экологическая и экономическая оценка комплекса регулирующих экосистемных функций и услуг.
2. Оценка взаимосвязей биоразнообразия – множество регулирующих экосистемных функций и услуг.
3. Оценка взаимодействия экосистемных функций и услуг.
4. Идентификация бенефициаров от экосистемных услуг лесов.
5. Разработка механизма платежей за экосистемные услуги лесов.
6. Анализ компромиссных решений, направленный на выбор стратегии ведения лесного хозяйства, на основе мультикритериальных оценок экосистемных функций и услуг с учетом пространственных и временных масштабов.

Для решения этих задач необходимо совершенствование и обновление пространственно-временной информации о лесах, с использованием современных возможностей дистанционного зондирования Земли из космоса и наземных на-

блюдений, разработка комплекса экологических, экономических и социальных индикаторов экосистемных функций и услуг, совершенствование оценки рисков (выявление локальных пороговых значений, идентифицирующих потенциал необратимых изменений), развитие инструментов устойчивого управления лесами на разных пространственных уровнях (Лукина, 2013).

Оценка альтернативных сценариев управления лесами является одним из многообещающих инструментов принятия решений. В системах принятия решений должны использоваться математические модели, принимающие в расчет взаимодействие различных прямых и косвенных факторов, с одной стороны, и функций/услуг, с другой, а также восполняющие недостаток данных.

В сферу реализации программы входит разработка методов и технологий хозяйственных мероприятий по охране, защите, использованию и воспроизводству лесов.

К важнейшим направлениям разработки **способов и методов борьбы с пожарами** можно отнести: 1) разработку и внедрение новых оперативных средств и методов дистанционного обнаружения и мониторинга очагов горения, оценки пожарной опасности и выявления потенциальных угроз от лесных пожаров; 2) разработку и внедрение новых средств и технологий тушения лесных пожаров; 3) разработку технологий снижения пожарной опасности, в том числе путем регулирования породного состава лесных насаждений и проведения санитарно-оздоровительных мероприятий, повышения устойчивости насаждений генетико-селекционными методами; 4) разработку и внедрение методов предотвращения лесных и лесоторфяных пожаров.

Наиболее приемлемым подходом к **защите лесов** является разработка биологических способов, требующая исследований с привлечением широкого круга специалистов, выяснения взаимоотношений и роли насекомых, грибов, вирусов в биоценозах, в том числе в регуляции численности фитопатогенных организмов. Важнейшими направлениями исследований в этой области являются: 1) изучение патогенных свойств, вирулентности, агрессивности и морфогенетических особенностей наиболее опасных фитопатогенных грибов, вирусов, бактерий, вызывающих корневые гнили и другие опасные болезни, принимающие характер эпифитотии и выделенных из очагов массового усыхания; 2) выявление генетических детерминант и биомаркеров патогенности штаммов возбудителей основных болезней, в результате

полногеномного секвенирования и сравнительного геномного анализа высоко- и низкопатогенных штаммов. Выделение гиповирулентных штаммов патогенных грибов для повышения конкурентоспособности в экологической нише (конкурирующий биологический контроль); 3) комплексное исследование наиболее опасных листогрызущих насекомых (сибирский и непарный шелкопряды и др.); 4) изучение роли стволовых вредителей в массовом усыхании лесов, формировании вспышек их массового размножения; 5) разработка мер по ограничению распространения и вредности инвазивных видов насекомых, грибов и других опасных фитопатогенных организмов; 6) исследование природных биофунгицидов в очагах массового усыхания лесов; 7) разработка биологических средств защиты леса (использование антагонистов и сверхпаразитов); 8) изменчивость видов и внутривидовых таксонов древесных растений как механизм адаптации к биотическому воздействию; 9) совершенствование системы лесопатологических обследований и мониторинга, в том числе, на основе современных методов дистанционного зондирования из космоса; 10) развитие и практическое внедрение современных, экологически безопасных методов, технологий и средств локализации и ликвидации очагов вредных организмов; 11) совершенствование системы планирования и осуществления санитарно-оздоровительных мероприятий; 12) создание подходов к планированию и осуществлению лесозащитных мероприятий на федеральном и региональном уровнях; 13) разработка подходов к оперативному выявлению лесопатологических факторов, разработка эффективных методов и технологий оценки фитосанитарного риска распространения инвазивных вредных организмов; 14) разработка и внедрение технологий молекулярно-генетического маркирования в практику мониторинга фитосанитарного состояния лесов; 15) разработка прогноза лесопатологической ситуации.

Истощение естественной лесосырьевой базы на экономически доступных территориях с развитой транспортной инфраструктурой стало важнейшей системной проблемой, сдерживающей развитие лесного сектора экономики России. В “Основах государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030” (2013), Государственной программе “Развитие лесного РФ до 2030 года” (2013), Государственной программе “Развитие биотехнологий в Российской Федерации до 2030 г.” (БИО-2020) (2012) поставлена задача интенсификации ведения лесного хозяйства.

В настоящее время широко обсуждается и внедряется модель “интенсивного лесного хозяйства”. Цель интенсивного лесного хозяйства заключается в увеличении продукции древесной биомассы через использование удобрений, улучшенного генетического материала, интродукцию экзотических видов древесных растений и использование быстрорастущих видов древесных растений. Сторонники внедрения этой модели аргументируют, что при повышении продукции древесной биомассы одновременно решается проблема смягчения изменений климата за счет увеличения стока углерода в лесах (как в биомассе, так и в почве). Возможные негативные эффекты могут смягчаться за счет внедрения модели на ограниченных территориях с лимитированием срока, например, до 20 лет. В Швеции около 15% продуктивных лесов страны становятся объектом интенсивного лесного хозяйства (Lidskog et al., 2013). В этих лесах необходимо внедрение адаптивного управления и мониторинга. В случае обнаружения серьезных негативных последствий этот вид деятельности необходимо прекратить. Таким образом, как полагают сторонники внедрения модели интенсивного лесного хозяйства, риски становятся управляемыми. Противники интенсивного лесного хозяйства акцентируют внимание на проблемы с биоразнообразием, вымыванием соединений азота в реки, озера, моря (т.е. процессы эвтрофикации), на негативные последствия для рекреации, эстетического восприятия лесных ландшафтов. Они считают, что прогнозируемый позитивный эффект смягчения климата от внедрения модели интенсивного лесного хозяйства преувеличен, а риски, на самом деле, не управляемы.

Пока в мире отсутствует достаточно длительный (с учетом длительности ротации) опыт ведения интенсивного лесного хозяйства, которое действительно сопряжено со значительными рисками. Многими исследованиями показано, что многократное применение удобрений негативно влияет на биоразнообразие, в том числе состав древесных насаждений и напочвенного покрова. Если интенсивное лесное хозяйство ведет к снижению разнообразия лесов, применение такой практики может повысить угрозу распространения насекомых-вредителей и болезней леса, что в свою очередь вызовет снижение потенциала лесов по депонированию углерода и смягчению изменений климата. Требуются оценки и прогнозы возможных сценариев развития процессов в лесах при интенсивном ведении лесного хозяйства в различных регионах России.

Разработанные в России к концу прошлого века технологии плантационного лесовыращи-

вания требуют существенных трудовых и финансовых ресурсов и не отвечают современным экологическим требованиям к ведению лесного хозяйства. Согласно официальным данным (Государственная программа....., 2013), в последнее десятилетие устойчиво снижаются объемы выращивания посадочного материала для лесокультурного производства: с 1.45 млрд. экз. в 2002 г. до 0.8 млрд. экз. в 2012 г. Наметившиеся тенденции могут усилиться: согласно прогнозам, к 2020 г. объемы производства стандартного посадочного материала снизятся до 0.5 млрд. экз., что приведет к сокращению объемов создания лесных культур и ухудшению качества создаваемых лесов. Доля заготавливаемых семян лесных пород с ценными наследственными свойствами останется недопустимо низкой – около 2%, тогда как в скандинавских странах она достигает 90% по основным лесобразующим породам. Доля лесных культур, создаваемых посадочным материалом, выращенным из улучшенных семян лесных растений, в Российской Федерации не превышает 1% общей площади их создания. Трудности традиционных методов селекции можно преодолеть путем разработки и внедрения более перспективных генетико-селекционных методов – метода “фоновых признаков”, селекции на гетерозис, и, в особенности, геномных и биотехнологических методов, включающих геномную селекцию, клональное микроразмножение древесных растений, генетическую трансформацию и молекулярное маркирование, однако надежные методы для хвойных пород пока отсутствуют или находятся на начальных этапах научных исследований.

В последнее десятилетие создан определенный научный задел в области инновационных методов лесовосстановления, лесной селекции, интродукции и биотехнологий. Их использование при обосновании современных технологий интенсивного лесовыращивания позволит существенно сократить его сроки, обеспечить устойчивость насаждений, высокое качество и однородность древесного сырья, что положительно скажется на конкурентоспособности конечной продукции.

Научное обоснование новой нормативной базы должно опираться на проверенные практикой примеры формирования лесных насаждений, устойчивых к радикальным хозяйственным воздействиям в условиях глобальных климатических изменений, что требует проведения опытно-производственных работ, не вписывающихся в рамки действующих общероссийских правил.

Сложившаяся ситуация ставит перед лесной наукой задачи получения новых знаний о струк-

туре и динамике лесных биогеоценозов для обоснования и разработки методов (технологий) воспроизводства и повышения продуктивности лесов различного целевого назначения. Эти разработки должны опираться на отечественный и зарубежный опыт, проверенные практикой примеры, учитывать региональную специфику и экономическую ситуацию.

**Лесное образование и лесная наука** играют важную роль в решении всех поставленных задач. Согласно официальным данным (Государственная программа....., 2013), в России численность научных сотрудников, работающих в лесном хозяйстве, к 2010 г. уменьшилась в 5 раз. Отмечается ежегодное уменьшение размеров финансирования научных исследований, лесная тематика не входит в приоритеты существующих и вновь создаваемых научных фондов, таких как Российский научный фонд (РНФ). Изменения в лесной отрасли РФ привели к ярко выраженному снижению престижа лесных профессий, падает финансирование и соответственно качество образования по лесным специальностям. Для развития науки и лесного образования важным приоритетом является разработка новых программ и курсов, учитывающих современные тенденции развития мирового лесного сектора.

В заключение охарактеризуем кратко основные мероприятия всех девяти подпрограмм.

**Подпрограмма 1. Мониторинг и оценка ресурсного потенциала и экологического состояния лесов** предусматривает реализацию следующих основных мероприятий:

- разработка методов и технологий оценки ресурсного потенциала, экологического состояния и динамики лесов;

- разработка методов и технологий оценки эффективности лесохозяйственных мероприятий;

- создание сопряженного банка данных дистанционных и наземных наблюдений за лесными экосистемами;

- создание действующего полнофункционального макета системы дистанционного мониторинга лесов России;

- создание и развитие математических моделей для прогноза динамики лесов;

- разработка технологий прогнозного моделирования динамики лесов России;

- проведение оценки ресурсного потенциала, экологического состояния и динамики лесов России.

При разработке методов и технологий для оценки ресурсного потенциала и экологического

состояния лесов и эффективности лесохозяйственных мероприятий планируется:

- разработка концепции системы мониторинга лесов России на основе наземных и спутниковых наблюдений;

- разработка информационной системы мониторинга лесов, включающей блоки оценки ресурсного потенциала, экологического состояния и динамики лесов, непрерывной инвентаризации, лесопожарного спутникового мониторинга и оценки эффективности мероприятий по охране лесов от пожаров, блока лесопатологического спутникового мониторинга и оценки эффективности мероприятий по защите лесов, блока мониторинга лесопользования, блока мониторинга лесовозобновления и оценки эффективности мероприятий по воспроизводству лесов;

- формирование сопряженного банка данных дистанционных и наземных наблюдений лесных экосистем;

- разработка методов обработки данных спутниковых наблюдений различного пространственного разрешения для решения задач дистанционного мониторинга лесов;

- создание действующего полнофункционального макета системы дистанционного мониторинга лесов;

- разработка методов комплексирования данных спутниковых и наземных наблюдений для оценки состояния лесов;

- разработка технологии комплексного анализа результатов мониторинга лесов.

Аналитические обзоры состояния лесов России будут включать:

- анализ ресурсного потенциала, экологического состояния и динамики лесов на локальном, региональном и федеральном уровнях на основе разработанных методов и технологий;

- результаты долгосрочного прогнозирования динамики лесов на основе созданных и развиваемых математических моделей, результатов дистанционного зондирования и наземных данных с учетом комбинированного действия природных и антропогенных факторов и различных сценариев управления лесами.

При создании и развитии математических моделей для прогноза динамики лесов планируется создать интегрированную платформу моделей лесных экосистем.

Разработка технологий прогнозного моделирования динамики лесов России будет проводиться на основе результатов дистанционного зондиро-

вания и наземных данных с учетом комбинированного действия природных и антропогенных факторов и различных сценариев управления лесами.

**Подпрограмма 2. Мониторинг и оценка биологического разнообразия и экосистемных функций лесов** предусматривает реализацию следующих основных мероприятий:

– разработка методов и технологий мониторинга и оценки биологического разнообразия (экосистемного, видового, генетического) лесов, их экосистемных функций и услуг на локальном, региональном и федеральном уровнях с применением наземных и спутниковых данных;

– проведение оценки биологического разнообразия и экосистемных функций и услуг лесов России на локальном, региональном и федеральном уровнях

– установление закономерностей функционирования и динамики разнообразия лесных экосистем при естественном развитии и антропогенных изменениях.

Оценка биологического разнообразия лесов России будет проводиться на основе разработанных методов и технологий оценки генетического, видового, экосистемного, а также структурного, композиционного, функционального биоразнообразия на разных пространственных уровнях.

Разработка методов и технологий мониторинга и оценки экосистемных функций и услуг будет направлена на оценку функций регулирования биогеохимических циклов углерода и элементов питания, гидрологического режима, почвообразования, формирования плодородия лесных почв, обеспечение древесными и недревесными ресурсами, поддержания биологического разнообразия лесов на локальном, региональном и федеральном уровнях и др.

**Подпрограмма 3. Защита лесов от вредителей и болезней: научные основы, методы и технологии** предусматривает реализацию следующих основных мероприятий:

– разработка методов дистанционного мониторинга фитосанитарного состояния лесов;

– разработка методов молекулярно-генетического и биомаркирования для мониторинга фитосанитарного состояния лесных насаждений и лесных питомников;

– разработка методов молекулярно-генетического и биомаркирования для детектирования фитопатогенов в репродуктивном материале, древесине, почве и других материалах;

– создание опытных препаратов биологических средств защиты леса от вредителей и фитопатогенов;

– разработка технологий производства микробиологических препаратов для биологической защиты леса от вредителей и фитопатогенов;

– изучение патогенных свойств, вирулентности, агрессивности и, морфогенетических особенностей наиболее опасных фитопатогенных грибов, вирусов, бактерий, вызывающих корневые гнили и другие опасные болезни, принимающие характер эпифитотии и выделенных из очагов массового усыхания;

– выявление генетических детерминант и биомаркеров патогенности штаммов возбудителей основных болезней, в результате полногеномного секвенирования и сравнительного геномного анализа высоко- и низкопатогенных штаммов;

– выделение гиповирулентных штаммов патогенных грибов для повышения конкурентоспособности в экологической нише (конкурирующий биологический контроль);

– комплексное исследование наиболее опасных листогрызущих насекомых (сибирский и непарный шелкопряды и др.);

– изучение роли стволовых вредителей в массовом усыхании лесов, формирование вспышек их массового размножения;

– исследование природных биофунгицидов в очагах массового усыхания лесов;

– разработка биологических средств защиты леса (использование антагонистов и сверхпаразитов и др.);

– исследование изменчивости видов и внутривидовых таксонов древесных растений как механизм адаптации к биотическому воздействию;

– разработка эффективных методов и технологий оценки фитосанитарного риска распространения инвазивных вредных организмов, обеспечивающих безопасность лесов Российской Федерации;

– разработка новых методов и технологий прогноза патологической ситуации в лесах.

**Подпрограмма 4. Современные методы и технологии профилактики лесных пожаров** предусматривает реализацию следующих основных мероприятий:

– совершенствование и разработка новых методов дистанционного мониторинга лесных пожаров и их последствий;

– исследование воздействия пожаров на структуру и экологические функции лесов;

- исследование роли пирогенного фактора в лесообразовательном процессе;
- совершенствование методов повышения устойчивости лесов к пожарам;
- разработка современных методов профилактики и борьбы с лесными пожарами на основе совершенствования;
- оценки природной пожарной опасности, мониторинга и прогноза поведения пожаров;
- исследование возникновения, распространения лесных пожаров в экстремальных погодных условиях;
- разработка новых методов и технологий для снижения пожарной опасности в лесах и на вырубках;
- разработка методов снижения опасности возникновения лесо-торфяных пожаров.

**Подпрограмма 5. Воспроизводство и повышение продуктивности лесов на основе естественных процессов и интенсивных методов лесовыращивания:**

- оценка процессов возобновления лесов на основе наземных и спутниковых данных, оценка состояния и анализ эффективности существующих и разработка новых современных методов и технологий лесовосстановления;
- разработка методов ускоренного выращивания древостоев целевого назначения;
- обоснование технологий выращивания хозяйственно-ценных древесных пород на техногенных землях;
- оценка состояния лесосеменных плантаций, выявление и генетическая паспортизация перспективных клонов;
- разработка методов клонального микроразмножения ценных древесных пород;
- поиск научных подходов к повышению продуктивности лесных древесных растений и созданию новых форм/генотипов с заданными характеристиками;
- разработка методов создания биотехнологических форм древесных растений с заданными характеристиками;
- разработка технологий производства посадочного материала лесных пород с закрытой корневой системой на основе клонального микроразмножения;
- разработка концепции организации устойчивого лесопользования и лесовосстановления в лесах различного целевого назначения.

**Подпрограмма 6. Устойчивое управление лесами** предусматривает реализацию следующих основных мероприятий:

- разработка научных основ и моделей управления лесами в условиях государственного и частного лесопользования;
- разработка экономических моделей доходного лесного хозяйства в эксплуатационных и защитных (подлежащих освоению) лесах;
- разработка механизмов взимания платежей за использование лесов, учитывающих количественно-качественные характеристики лесных ресурсов, территориальные различия в уровне доходности их эксплуатации, а также объемы затрат на содержание лесов и их воспроизводство;
- разработка методов и технологий мониторинга цен на круглые лесоматериалы, затрат лесовладельцев на заготовку и транспортировку древесины;
- формирование нормативов затрат на охрану, защиту и воспроизводство лесов;
- разработка принципов, модели и механизмов реализации государственно-частного партнерства в лесном секторе, форм отношений между органами власти, реализующими права государственной собственности на лесные ресурсы, с частным бизнесом;
- формирование высококонкурентной среды на рынке предложения лесных ресурсов, совершенствование и развитие форм доступа к их использованию, разработка инструментов, стимулирующих привлечение инвестиций в развитие лесопереработки, социальной и транспортной инфраструктуры, в охрану и воспроизводство;
- разработка социальных и экологических (природоохранных) стандартов эффективности использования лесов.

**Подпрограмма 7. Совершенствование лесного законодательства:**

- разработка проектов нормативных правовых документов, направленных на развитие устойчивого управления лесами;
- разработка проекта национальных критериев и индикаторов устойчивого управления лесами, учитывающих современные международные подходы.

При разработке проектов нормативных правовых документов будет учитываться специфика разработанных методов и технологий по мониторингу и оценке состояния лесов, контролю эффективности лесохозяйственных мероприя-

тий, подходов к ведению многоцелевого неистощительного лесопользования и эффективному воспроизводству лесов для их успешной реализации.

При разработке нового проекта национальных критериев и индикаторов устойчивого управления лесами будет дан анализ и учтен опыт международных подходов оценки международных критериев устойчивого управления лесами: оценка древесных и недревесных лесных ресурсов, биологического разнообразия, жизнеспособности лесов, вклада лесов в глобальные циклы углерода, а также производственных, защитных, социально-экономических функций.

**Подпрограмма 8. Образование и повышение уровня квалификации** предусматривает реализацию следующих основных мероприятий:

- разработка новых программ/курсов, направленных на повышение качества лесного образования в техникумах и ВУЗах;

- разработка новых программ/курсов, направленных на повышение квалификации лесных специалистов.

Развернутая версия концепции программы дополняется с учетом предложений, поступивших во время ее обсуждения на конференции “Научные основы устойчивого управления лесами”, проходившей 21–23 октября 2014 г. в Москве. В настоящее время дорабатываются ещё две подпрограммы: “Изучение, сохранение и рациональное использование лесных генетических ресурсов России” и “Влияние состояния лесов на здоровье человека”. В ближайшее время концепция всей программы будет представлена на рассмотрение в Научно-координационный совет при ФАНО России. Предлагаемая программа может быть реализована только совместными усилиями подведомственных ФАНО институтов РАН при участии образовательных учреждений, а также институтов, подведомственных Рослесхозу.

\* \* \*

Авторы выражают благодарность к.с.-х.н. В.А. Ананьеву, д.б.н. К.С. Бобковой, д.б.н. С.Н. Горошкевичу, д.б.н. К.В. Крутовскому, д.т.н. Е.А. Лупяну, д.б.н. Д.В. Политову, д.б.н., чл.-корр. РАН В.В. Рожнову, к.с.-х.н. С.М. Синькевичу, д.с.-х.н. А.И. Соколову, д.б.н. В.В. Тараканову, к.б.н. К.А. Шестибратову, а также всем участникам конференции “Научные основы устойчивого управления лесами” за участие в подготовке и конструктивное обсуждение представленной концепции программы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Бобылев С.Н., Захаров В.М.* Экосистемные услуги и экономика. М.: ООО “Типография ЛЕВКО”, Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. 72 с.

Волжский бассейн. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы / Под ред. Г.С. Розенберга. М.: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации / Центр экологической политики России, 2011. 104 с.

*Вомперский С.Э., Сирин А.А., Сальников А.А., Цыганова О.П., Валяева Н.А.* Облесенность болот и заболоченных земель России // Лесоведение. 2011. № 5. С. 3–11.

Государственная программа “Развитие лесного хозяйства” на 2013–2020 годы. Утверждена Постановлением Правительства РФ от 15.04.2014, № 318.

*Исаев А.С., Барталев С.А., Лупян Е.А., Лукина Н.В.* Спутниковое зондирование Земли – уникальный инструмент мониторинга лесов России // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 12. С. 1073–1079.

Комплексная программа “Развитие биотехнологий в Российской Федерации до 2030 г.” (БИО-2020), 2012. Утверждена Постановлением Правительства № 1853п-П8 от 24 апреля 2012 г. <http://www.biorosinfo.ru/BIO2020.pdf>

*Лукина Н.В., Никонов В.В.* Биогеохимические циклы в лесах Севера в условиях аэротехногенного загрязнения. Апатиты: Изд-во Кол. науч. центра РАН. 1996. Ч. 1. 213 с.; Ч. 2. 192 с.

*Лукина Н.В.* Биоразнообразие и экосистемные функции лесов // Разнообразие и динамика лесных экосистем России / Под ред. А.С. Исаева. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. Кн. 2. С. 207–211.

*Лупян Е.А., Барталев С.А., Флитман Е.В., Егоров В.А., Ефремов В.Ю., Стыценко Ф.В., Ершов Д.В., Антонов В.Н., Крамарева Л.С.* Спутниковые наблюдения лесных пожаров в России в XXI веке // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве. Тез. докл. V Всерос. конф. М.: ЦЭПЛ РАН, 2013. С. 44–46.

*Люри Д.И., Горячкин С.В., Каравалева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Т.* Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

*Минаева Т.Ю., Сирин А.А.* Биологическое разнообразие болот и изменение климата // Успехи современной биологии. 2011. Т. 131. № 4. С. 393–406.

*Михаленко П.В.* Экономический компенсационный механизм экосистемных услуг: Автореф. дис. ... канд. экон. наук. М., 2008. 23 с.

Основы государственной политики в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов в Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждены распоряжением Правительства РФ от 26 сентября 2013 г. № 1724-р.

*Павлов Д.С., Стриганова Б.Р., Букварева Е.Н.* Экологоцентрическая концепция природопользования //

Вестник Российской академии наук. 2010. Т. 80. № 2. С. 131–140.

Разнообразие и динамика лесных экосистем России. Кн. 1. / Под ред. А.С. Исаева. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 461 с.

Разнообразие и динамика лесных экосистем России. Кн. 2. / Под ред. А.С. Исаева. 479 с. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. 479 с.

Рассеянные элементы в бореальных лесах / Никонов В.В., Лукина Н.В., Безель В.Н. и др. / Под ред. А.С. Исаева. М.: Наука, 2004. 416 с.

Сирин А., Минаева Т., Возбранная А., Барталев С. Как избежать торфяных пожаров? // Наука в России. 2011. № 2. С. 13–21.

Сирин А., Рысин Л., Гульбе А. Как меняются наши леса // Наука в России. 2012. № 4. С. 20–27.

Узун В.Я. Необходимость и механизмы вовлечения в оборот заброшенных в период реформ сельскохозяйственных угодий России. Доклад на конференции в Высшей школе экономики. 2011. <https://www.hse.ru/data/2011/10/20/1268961571/report.doc>

Экономика сохранения биоразнообразия / Под ред. А.А. Тишкова. М.: Проект ГЭФ “Сохранение биоразнообразия Российской Федерации”, 2002. 604 с.

Chan Kai M.A., Shaw M.R., Cameron D.R., Underwood E.C., Daily G.C. Conservation Planning for Ecosystem Services // PLoS BIOLOGY. 2006. V. 4. Issue 11. P. 2138–2151.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. 1997. V. 387. P. 253–260.

Kraus D., Krumm F. (eds) 2013. Integrative Approaches as an Opportunity for the Conservation of Forest Biodiversity. European Forest Institute. 284 p.

Lidskog R., Sundqvist G., Kall A-S, Sandin P., Larsson S. Intensive forestry in Sweden: stakeholders' evaluation of benefits and risk // Journal of Integrative Environmental Sciences. 2013. 16 p. <http://dx.doi.org/10.1080/1943815X.2013.841261>

Lukina N.V., Orlova M.A., Gornov A.V., Kryshen' A.M., Kuznetsov P.V., Knyazeva S.V., Smirnov V.E., Bakhmet O.N., Eydlina S.P., Ershov V.V., Zukert N.V., Isaeva L.G. Assessment of sustainable forest management criteria using indicators of the international program ICP forests // Contemporary Problems of Ecology. 2013. V. 6. № 7. P. 734–745.

Millennium Ecosystem Assessment 2005. <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>

## Research Priorities in Forest Science – the Basis of Sustainable Forest Management

**N. V. Lukina, A. S. Isaev, A. M. Kryshen', A. A. Onuchin,  
A. A. Sirin, Yu. N. Gagarin, S. A. Bartalev**

*1-Center of Forest Ecology and Productivity, Russian Academy of Sciences  
Profsoyuznaya st. 84/32 bldg. 14, Moscow, 117997  
E-mail: lukina@cepl.rssi.ru*

*2-Forest Research Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences  
Pushkinskaya st. 11, Petrozavodsk, 185910*

*3-Forest Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
Academgorodok 50 bldg. 28, Krasnoyarsk, 660036*

*4-Institute of Forest Science, Russian Academy of Sciences  
Sovetskaya st. 21, Uspenskoe village, Odintsovsky District, Moscow Oblast, 143030*

*5-Space Research Institute, Russian Academy of Sciences  
Profsoyuznaya st. 84/32, Moscow, 117997*

Received 10 February 2015

This paper provides the concept of the Program “Environmental and socio-economic prospects of forest degradation and the ways of prevention” which was developed by the group of leading researchers from the institutions of Federal agency of research organizations and coordinated by the Scientific Council on Forest, Russian Academy of Sciences. Research priorities in forest science are discussed as the basis of sustainable forest management. Upon the Program implementation there are the new methods and technologies of monitoring, estimates of health and changes forests under human and environmental factors, estimates of biodiversity, evaluations of the ecosystem functions and services, development of the techniques and practice in forestry to conserve, to protect and to make multi-purpose sustainability, to support forest regeneration, improving the productivity of forests, to provide environmental and socioeconomical basis of sustainable forest management, to make improvements to the forest legislation, education and training of the forest specialists and occupational guidance for schoolchildren. Processes under the eight subprograms are discussed. The full version of the Program concept is under improvement following the submissions made during the discussion of the Program at the conference “Scientific basis of sustainable forest management” held October 21–23, 2014. Two new programs were initiated, as follows: “Study, conservation and sustainable management of forest genetic resources of Russia”, “The effects of forest health on human health”.

*Forest science, priorities, program, concept.*