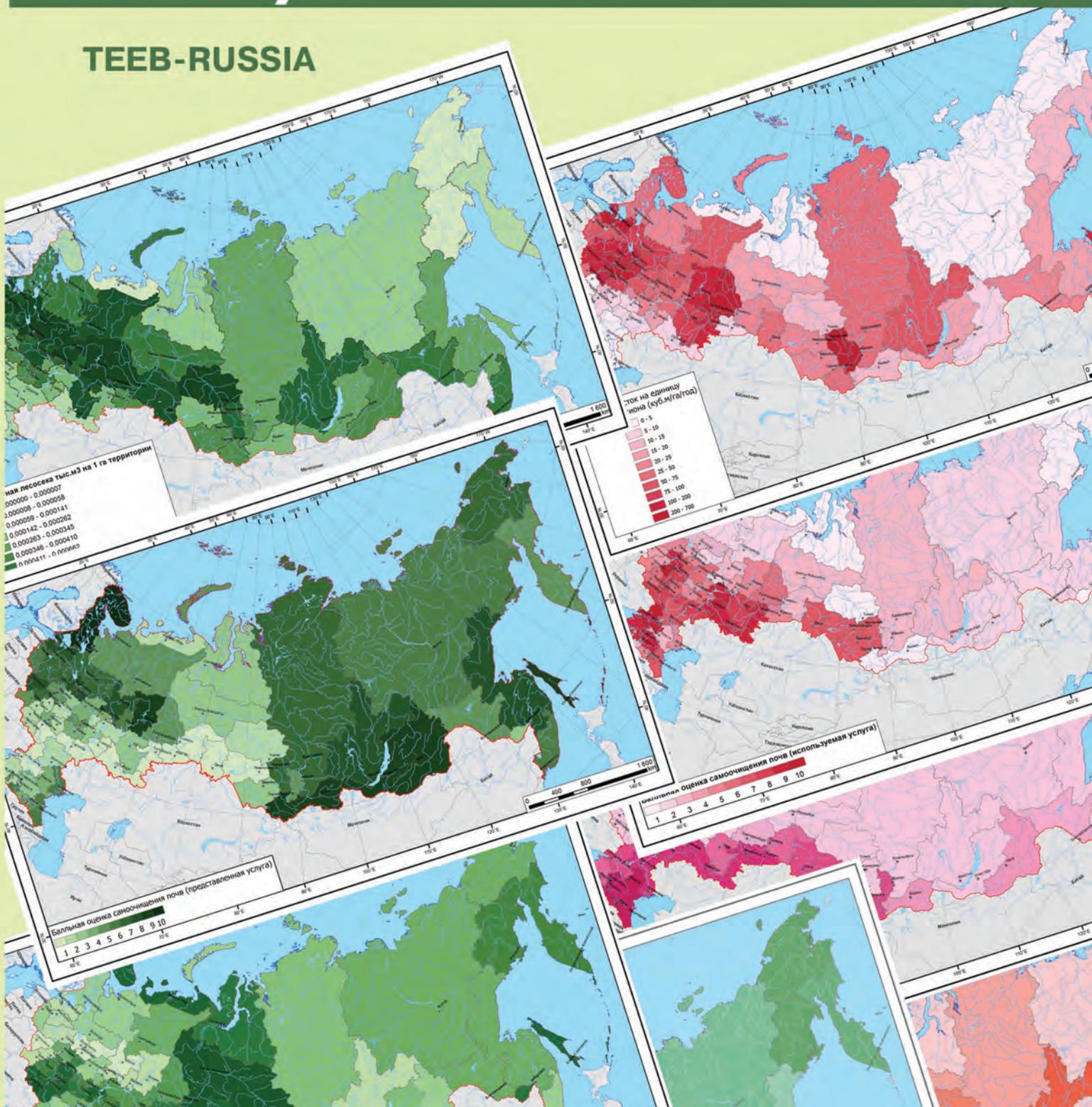


Экосистемные услуги России

Прототип национального доклада

Услуги наземных экосистем

TEEB-RUSSIA



TEEB-Russia



**Центр охраны
дикой природы**



**Leibniz Institute of
Ecological Urban and
Regional Development**

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ РОССИИ

ПРОТОТИП НАЦИОНАЛЬНОГО ДОКЛАДА

Том 1

Услуги наземных экосистем

Редакторы-составители
Е.Н. Букварёва
Д.Г. Замолотчиков

Москва – 2016

УДК 502.1+574(470+571)

ББК 20.18:65.28

Э40

- Э40 **Экосистемные** услуги России: Прототип национального доклада. Т. 1. Услуги наземных экосистем / Ред.-сост. Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолодчиков. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2016. — 148 с.

ISBN 978-5-93699-080-9

Представлена характеристика экосистемных услуг (ЭУ) России (наземные природные экосистемы). Разработана методология их оценки с учетом современного состояния системы сбора статистических данных в стране. Все оценки сделаны для субъектов РФ. Ряд продукционных и средообразующих услуг оценены в количественных естественнонаучных показателях, другие – в баллах. На основе сравнения объемов ЭУ, предоставленных природными системами и используемых людьми, получены оценки степени их использования и степени удовлетворения потребности в них. Проведено сопоставление субъектов РФ по предоставленному и используемому объемам ЭУ.

Для должностных лиц, администраторов и специалистов, связанных с управлением в природопользовании.

ББК 20.18:65.28

Авторский коллектив:

С.Н. Бобылёв, Е.Н. Букварёва, В.И. Грабовский, А.А. Данилкин, Ю.Ю. Дгебуадзе, А.В. Дроздов, Д.Г. Замолодчиков, Г.Н. Краев, Р.А. Перелет, И.Э. Смелянский, Б.Р. Стриганова, А.А. Тишков, О.Ф. Филенко, А.В. Хорошев

Составление карт: А.Н. Нарыков

Внешние эксперты: К. Груневальд, О. Бастиан

Книга подготовлена и издана в рамках проекта «TEEB-Russia. Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги», выполненного при поддержке Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии, Федерального ведомства Германии по охране природы и Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации и при участии экспертов Российской академии наук (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, Институт географии, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, Институт системного анализа) и Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (биологический, географический и экономический факультеты)

Директор проекта А.В. Зименко

Координатор проекта А.Р. Григорян

Прототип национального доклада (т. 1) включает настоящую публикацию и электронное приложение с таблицами количественных оценок экосистемных услуг и картами высокого разрешения (www.biodiversity.ru/teeb-russia.html).

Suggested citation: Ecosystem Services of Russia: Prototype of the National Report. Vol. 1. Services of Terrestrial Ecosystems / E.N. Bukvareva, D.G. Zamolodchikov (eds). – Moscow, Biodiversity Conservation Center Publishers, 2016. – 148 p.

ISBN 978-5-93699-080-9

© Центр охраны дикой природы, 2016
© Коллектив авторов, тексты, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. Цель и задачи проекта «Экосистемные услуги России (наземные экосистемы)»	5
ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ	7
ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ И ПРИРОДНЫЙ КАПИТАЛ	7
ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ: СТРУКТУРЫ И ПРОЦЕССЫ – ФУНКЦИИ – УСЛУГИ – ПОЛЬЗА И ЦЕННОСТЬ	7
КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	9
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	15
Основные источники данных	15
Единицы оценки – субъекты Российской Федерации	15
Методы оценки экосистемных услуг и картографическое обеспечение	16
Оценка экосистемных услуг по трем показателям: предоставленному, необходимому и используемому объемам	19
Доля природных экосистем в площади субъектов Российской Федерации	24
ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В РОССИИ	25
Продукционные услуги	25
<i>Продукция древесины</i>	25
<i>Недревесная продукция леса и других наземных экосистем</i>	28
<i>Производство корма для скота на природных пастбищах</i>	30
<i>Продукция пресноводных экосистем, прежде всего рыбы</i>	34
<i>Охотничья продукция</i>	35
<i>Продукция меда на природных территориях</i>	37
СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ УСЛУГИ	38
<i>Услуги по регулированию климата и атмосферы</i>	38
Биогеохимические механизмы регуляции климата	38
Биогеофизические механизмы регуляции климата	43
Очистка воздуха растительностью	44
<i>Услуги по регулированию гидросферы</i>	48
Водоохранные и водорегулирующие услуги	48
Обеспечение качества воды наземными экосистемами	60
Обеспечение качества воды пресноводными экосистемами	65
<i>Услуги по формированию и защите почв</i>	73
Защита почв от эрозии, предотвращение пыльных бурь и оползней	73
Формирование биопродуктивности почв	82
Самоочищение почв от загрязнений	82
Регуляция криогенных процессов	85
<i>Услуги по регулированию биологических процессов</i>	91
Регуляция численности живых организмов, имеющих важное экономическое значение	91
Регуляция численности живых организмов, имеющих важное медицинское и ветеринарное значение	93
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ	94
<i>Генетические ресурсы природных видов и популяций</i>	94
<i>Информация о структуре и функционировании природных систем</i>	96

<i>Эстетическое и познавательное значение природных систем</i>	98
<i>Этическое, духовное и религиозное значение природных систем</i>	100
РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ	101
<i>Формирование природных условий для ежедневного отдыха рядом с домом, воскресного отдыха и дачной рекреации</i>	101
<i>Формирование экосистемами условий для туризма на природе</i>	103
<i>Формирование природных условий для оздоровительного отдыха на курортах</i>	107
Сопоставление регионов России: соотношение природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуг	108
МАСШТАБЫ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	113
ПРИМЕРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В РОССИИ	117
ЗНАЧЕНИЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	119
ЗНАЧЕНИЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ И БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ	119
ГЛОБАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РОССИЙСКИХ ЭКОСИСТЕМ	120
РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И УЧЕТА ИХ ЦЕННОСТИ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ	122
СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫМИ УСЛУГАМИ В РОССИИ	122
ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	126
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ, МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫМИ УСЛУГАМИ	128
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ	129
ГЛОССАРИЙ. Основные международные термины в области экосистемных услуг	130
ЛИТЕРАТУРА	142
Участники проекта	147

ВВЕДЕНИЕ

Цель и задачи проекта

«Экосистемные услуги России (наземные экосистемы)»

В 2010 г. стороны Конвенции о биологическом разнообразии (КБР) приняли Стратегический план в области сохранения и устойчивого использования биоразнообразия на 2011–2020 гг., который в числе 5 стратегических целей включает цель увеличения объема выгод для всех людей, обеспечиваемых биоразнообразием и экосистемными услугами.

Россия ратифицировала КБР в 1995 г. «Стратегические цели» и «целевые задачи» должны рассматриваться как важнейшие направления в сохранении и устойчивом использовании одного из главных стратегических ресурсов страны (наряду с человеческим капиталом) – природного капитала, включающего природные ресурсы и экосистемные услуги. Начиная с Саммита Рио+10 в Йоханнесбурге в 2002 г., где была определена роль России как «экологического донора» планеты, интерес к концепции экосистемных услуг получил не только научное, но и политическое звучание. Она стала основой ряда международных соглашений, вошла в итоговые документы Всемирного саммита по устойчивому развитию Рио+20 и учитывается при стратегической экологической оценке, рекомендуемой международными кредитными организациями – Всемирным банком и Европейским банком реконструкции и развития. Человечество пришло к пониманию того, что именно биоразнообразие и его экосистемные услуги – главный природный ресурс планеты, который обеспечивает стабильность биосферы и глобального климата, дает человечеству надежду в борьбе с бедностью, голодом, болезнями, дефицитом питьевой воды.

Начиная с 2013 г., в соответствии с решениями 9-го заседания постоянной российско-германской рабочей группы «Охрана природы и биологическое разнообразие» от 23 мая 2012 г., Центром охраны дикой природы совместно с Институтом экологического территориального развития им. Лейбница (Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung, Дрезден) выполняется аналитический проект «ТЕЕВ-Russia. Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги». Поддержку проекту оказывают Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии, Федеральное ведомство Германии по охране природы и Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

Настоящий проект содействует выполнению Россией Стратегического плана КБР и формированию национальной системы устойчивого природопользования и сохранения биоразнообразия, а также реализации цели 15 ООН по устойчивому развитию «Сохранение экосистем суши».

Цель проекта – создать Прототип национального доклада об экосистемных услугах России (для наземных экосистем), который должен показать возможность оценки экосистемных услуг на национальном уровне и актуальность и важность начала формирования в России системы оценки экосистемных услуг и интеграции их ценности в экономику и процесс принятия решений.

На первом этапе проекта (2013–2015 гг.) создан 1-й том Прототипа национального доклада, посвященный характеристике услуг наземных экосистем России. На этом этапе решены следующие основные задачи:

- представлена классификация экосистемных услуг, адаптированная для условий России;
- показаны различные подходы к оценке экосистемных услуг на федеральном и межрегиональном уровнях;

– сделана предварительная оценка важнейших экосистемных услуг регионов России в естественнонаучных показателях или в баллах;

– проанализированы имеющиеся в открытом доступе данные и сформирован перечень необходимых дополнительных сведений для оценки экосистемных услуг на федеральном уровне.

Экономическая оценка экосистемных услуг, анализ значения биоразнообразия для их поддержания, а также разработка конкретных рекомендаций по мониторингу и использованию экосистемных услуг России запланированы на следующие этапы проекта.

Учитывая ограниченные ресурсы проекта, Прототип национального доклада не может претендовать на всеобъемлющую и окончательную оценку экосистемных услуг. Документ имеет методологическую направленность и демонстрирует возможные подходы к оценке экосистемных услуг и их важность для социально-экономического развития страны и благополучия населения. **Все представленные в Прототипе доклада оценки являются лишь иллюстрациями возможных подходов и могут быть существенно уточнены для их использования в процессе принятия решений.**

Задача разработки конкретных рекомендаций по мониторингу и использованию экосистемных услуг России на первом этапе проекта не ставилась, поскольку такие рекомендации могут быть сформулированы только с учетом состояния и возможных изменений биологического разнообразия и природных комплексов, обеспечивающих предоставление экосистемных услуг. Анализ роли биоразнообразия России и имеющихся возможностей его учета в системе мониторинга экосистемных услуг является задачей второго этапа проекта (2016–2018).

Экономическая оценка экосистемных услуг является важной задачей, но на данном этапе она не рассмотрена, так как далеко не все экосистемные услуги могут быть в настоящее время адекватно оценены экономически (в первую очередь это касается средообразующих и информационных услуг). Однако в Прототипе национального доклада приведен ряд примеров экономической оценки экосистемных услуг в России. На следующем этапе проекта планируется провести анализ применимости современных методов экономической оценки ко всему набору экосистемных услуг России.

В 1-м томе Прототипа национального доклада охарактеризованы услуги наземных природных экосистем. Задача оценки услуг агроэкосистем, процессы в которых в основном контролируются человеком, не ставилась. Общие принципы оценки ландшафтных услуг, в том числе преобразованных человеком ландшафтов, будут рассмотрены на следующих этапах проекта.

Прототип национального доклада об экосистемных услугах России (т. 1) включает **настоящее издание и электронное приложение** с таблицами количественных оценок экосистемных услуг и картами высокого разрешения (www.biodiversity.ru/teeb-russia.html).

На 2017–2019 гг. запланировано выполнение второго этапа проекта. Работа будет сосредоточена на роли биоразнообразия и природных систем (популяций, видов, экосистем) в поддержании экосистемных услуг. Такое направление анализа обеспечит возможность корректно сформулировать принципы рационального использования природных комплексов России и определить требования для национальной системы мониторинга и оценки биоразнообразия и экосистемных услуг. Эти результаты планируется оформить в виде 2-го тома Прототипа национального доклада.

Центр охраны дикой природы, авторы и составители настоящей публикации искренне благодарят *Федеральное министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии и Федеральное ведомство Германии по охране природы* за финансовое обеспечение проекта, *Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации* – за организационную поддержку, а также лично *Г. Шмаудера, Ю. Наубера* (Германия), *А.М. Амирханова, И.Б. Фоминых* (Россия) – за разностороннее содействие в осуществлении запланированных мероприятий.

Замечания и предложения просим направлять в Центр охраны дикой природы по адресу: 117312 Москва, ул. Вавилова, д. 41, офис 2; электронная почта: bcc@biodiversity.ru; Интернет: www.biodiversity.ru.

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ: ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ И ПРИРОДНЫЙ КАПИТАЛ

Природный капитал понимается как экономическая метафора для запасов природных ресурсов Земли. Основные компоненты природного капитала показаны на рис. 1 (по: Maes et al., 2013).

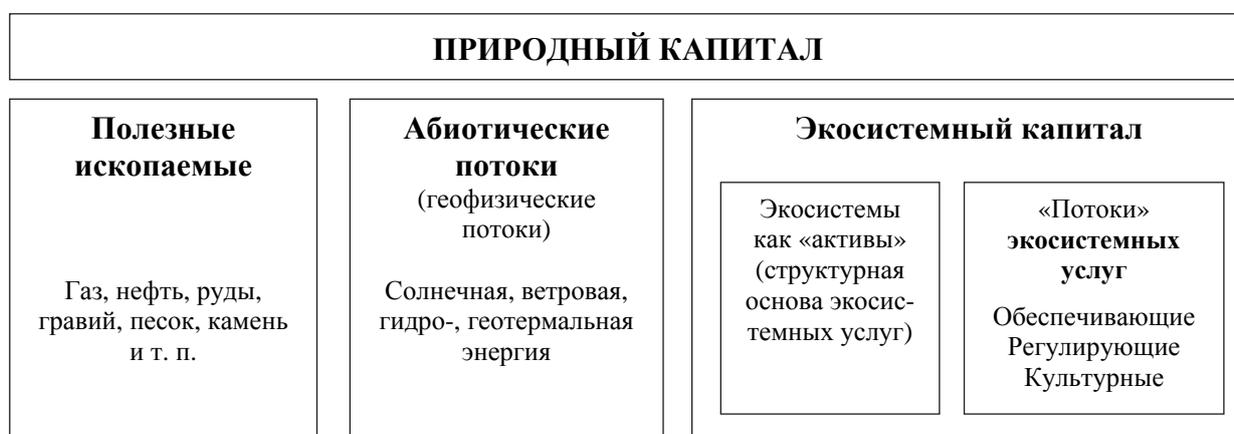


Рис. 1. Основные компоненты природного капитала (Maes et al., 2013, с изменениями)

В настоящей публикации речь идет только об экосистемных услугах. Другие компоненты природного капитала – полезные ископаемые, абиотические потоки, экологические структуры как таковые – не рассматриваются.

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ: СТРУКТУРЫ И ПРОЦЕССЫ – ФУНКЦИИ – УСЛУГИ – ПОЛЬЗА И ЦЕННОСТЬ

В широком смысле экосистемные услуги понимаются как польза, которую человек получает от функционирования природных экосистем. Концепция «экосистемных услуг» берет начало в работах экологов второй половины XX в., но широкое внимание общественности, политиков и лиц, принимающих решения, к этой концепции было привлечено после работ R. Costanza et al. (1997) и G. Daily (1997), в которых сформулирована совокупность понятий и даны первые оценки возможной стоимости экосистемных услуг. Особенно интенсивно исследования в области экосистемных услуг развивались в последние 10 лет (Egoh et al., 2012; Martinez-Harms, Balvanera, 2012).

В настоящей публикации выделяются следующие этапы формирования и идентификации экосистемных услуг и оценки их ценности для человека (рис. 2):

– **экологические структуры и процессы** – характеристики экологических структур, биоразнообразия, частных экологических процессов (примеры экологических процессов приведены в табл. 1);

– **экосистемные функции** – интегральные результаты функционирования экосистем, которые являются функциональной основой экосистемных услуг (примеры экосистемных функций приведены в табл. 1); в ряде международных классификаций экосистемные функции называют поддерживающими или промежуточными услугами (например, в проекте «Оценка экосистем на пороге тысячелетия», 2005);

– **экосистемные услуги** – экосистемные функции, которые могут быть непосредственно полезны для человека;

– **польза или прибыль, получаемая людьми** от экосистемных услуг (благоприятная окружающая среда, экономическая прибыль, продукты питания, оздоровление населения, эстетическое удовольствие, новые знания и др.);

– **ценность экосистемных услуг**, которая может быть оценена как монетарными, так и немонетарными показателями.

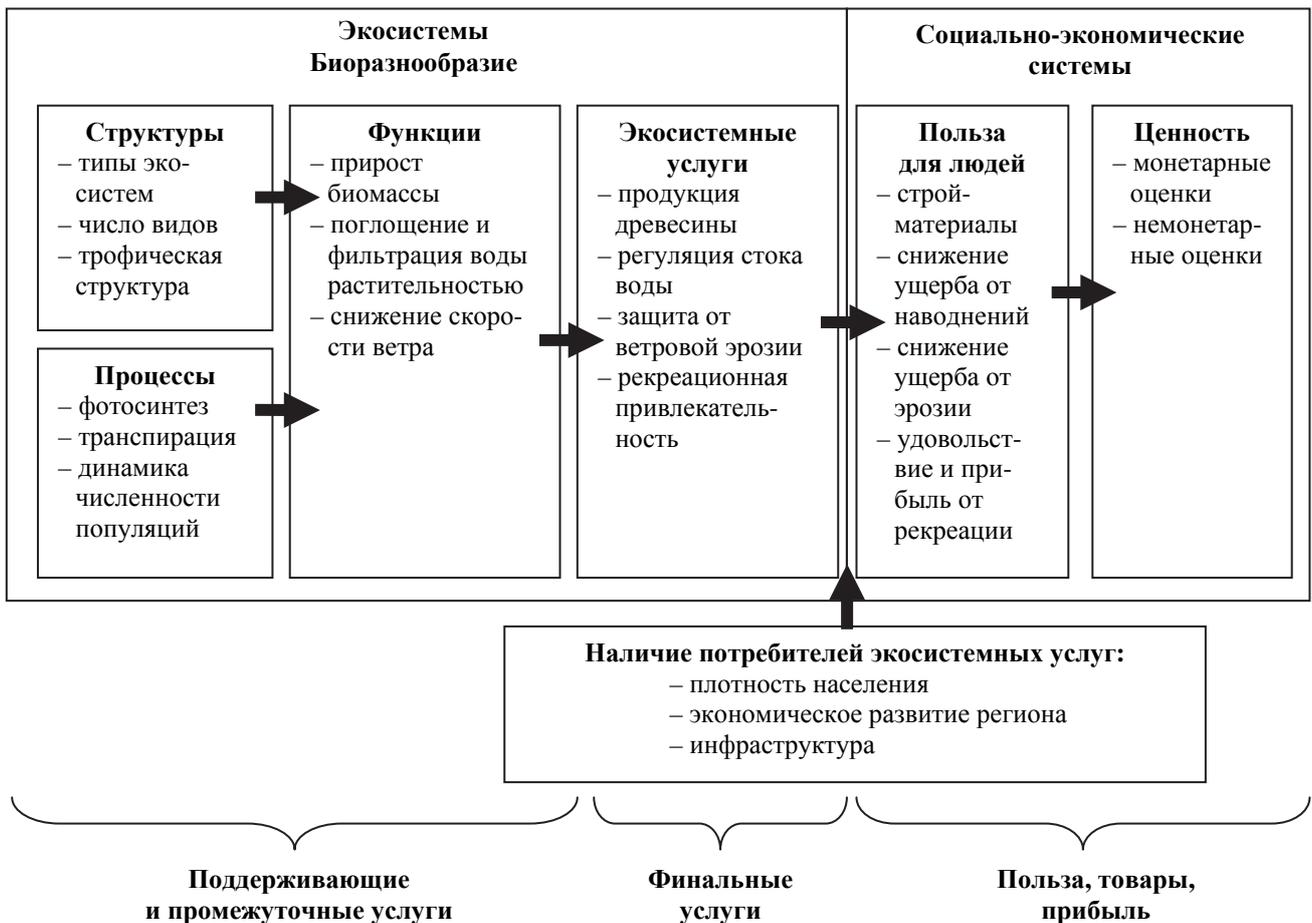


Рис. 2. Этапы формирования и идентификации экосистемных услуг и определения их ценности (Haines-Young, Potschin, 2013)

Что касается последних этапов процесса, показанного на рис. 2, то экономические оценки не должны быть окончательным критерием для принятия решений. Оценочная стоимость нерыночных товаров и услуг остается приблизительной, ни одна из существующих методик не является идеальной. Существующие экономические подходы не в состоянии полностью оценить важность экосистемных функций и услуг (прежде всего средообразующих) для человека. Тем не менее оценки в денежном выражении могут быть чрезвычайно полезными при принятии частных решений, так как их можно сравнивать с финансовыми затратами, планируемыми прибылями и вероятным ущербом. Это уменьшает вероятность принятия несбалансированных решений и риск того, что реальные экологические издержки

не будут учтены, например, в случаях, связанных с использованием земли. Даже неполная оценка, не учитывающая всего комплекса экосистемных услуг, дает полезную информацию лицам, принимающим решения, позволяя им сопоставить различные варианты использования территории. На федеральном (национальном) уровне оценки экосистемных услуг важны для доказательства необходимости сохранения природных экосистем и формирования национальной политики природопользования, обеспечивающей их устойчивое функционирование.

Таблица 1. Примеры экосистемных процессов и функций (ТЕЕВ..., 2010а)

Процессы	Экосистемные функции
Фотосинтез Поглощение растениями питательных веществ	Первичная продукция
Микробное дыхание Динамика пищевых цепей в почве	Разложение органики
Нитрификация Денитрификация Фиксация азота	Цикл азота
Транспирация растений Активность корней	Цикл воды
Выветривание минералов Биологическое перемешивание почвы	Формирование почвы
Взаимодействия хищник – жертва	Биологический контроль численности

В настоящей публикации речь идет об экосистемных услугах. Поэтому экосистемные процессы, структуры (в том числе биоразнообразие как таковое) и функции рассматриваются только как необходимые условия для выполнения экосистемных услуг, а не как самостоятельные объекты управления. Процессы, связанные с сохранением биоразнообразия как такового (поддержание генетического разнообразия в природе, поддержание местообитаний и т. п.), а также частные экологические процессы и функции (промежуточные или поддерживающие услуги), такие, как фотосинтез, разложение органики, транспирация, поддержание циклов вещества (кроме углерода и воды, которые непосредственно влияют на климат и водообеспеченность), исключены из перечня рассматриваемых экосистемных услуг, так как они относятся к обеспечивающим их экологическим процессам и структурам.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

К настоящему времени предложено множество подходов к классификации экосистемных услуг. При *материальном* формате рассмотрения экосистемные услуги имеют характеристики, определяющие их генезис, химические, физические или биологические свойства, запасы, особенности размещения и становятся предметом изучения отдельных естественных наук, прежде всего геологии, биологии, экологии и географии. В *экономическом* формате, с позиций спроса, потребительской стоимости, полезности, политической, социальной и экономической целесообразности использования, природные блага, которые дают экосистемные услуги, могут признаваться предметом изучения общественных (экономика, социология) и технических наук. Двойственность понятия выражена также в исторически сложившейся системе смены приоритетов в потреблении разных природных ресурсов и их востребованности человеком, а также в возможности воспринимать в их качестве такие географические категории, как территория, эстетические качества ландшафта, экосистемные функции (климато- и водорегулирующие, почвозащитные, биоресурсные, эстетические и пр.). Чтобы оптимизировать эту двойственность, экосистемные услуги необходимо представлять в едином формате и в единой, в данном случае экономической, категории (именно

как общественные блага). Возможно также определение экосистемных услуг в контексте дефиниции природных ресурсов, т. е. через *форму их использования* при удовлетворении материальных и духовных потребностей общества: предметы труда (земля, водные пути, вода для орошения), источники энергии (горючие ископаемые, энергия стока рек, ветра, биотопливо и пр.), сырье и материалы (полезные ископаемые, лес, растительное лекарственное сырье, вода для промышленности и др.), продукты питания (питьевая вода, дикорастущие растения, грибы, продукты охоты и рыболовства), объекты рекреации, другие средообразующие функции природных экосистем.

В отношении типизации экосистемных услуг важно учесть, что они тесно связаны с представлениями о *природно-ресурсном потенциале и природном капитале* отдельных территорий и стран как базисе материального производства и жизнедеятельности населения, рационального природопользования и устойчивого развития.

В настоящее время имеются три международные классификации экосистемных услуг:

– классификация в докладе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (2005), использованная для глобальной и субглобальной оценки экосистемных услуг;

– классификация международного проекта «Экономика экосистем и биоразнообразия – ТЕЕВ», которая используется странами – участниками этого проекта для оценки экосистемных услуг на национальном уровне;

– классификация Европейского агентства по охране окружающей среды – CICES (Common International Classification of Ecosystem Services), основанная на двух вышеуказанных классификациях, но в большей степени нацеленная на экономическую оценку и учет экосистем на национальном, региональном и локальном уровнях.

Эти международные классификации в существенной части схожи. Все они включают три основные категории экосистемных услуг, основанных на видах пользы, которую они дают человеку: *обеспечивающие (provisioning)* – обеспечение людей материальными благами и ресурсами, которые ими непосредственно используются; *регулирующие (regulating)* – различные механизмы регулирования экосистемами показателей окружающей среды, непосредственно значимых для благополучия человека; *культурные (cultural)* – нематериальное обеспечение культурных, духовных и научных потребностей людей.

В Национальной стратегии сохранения биоразнообразия России (2001) выделены сходные 3 группы жизнеобеспечивающих функций биологического разнообразия, понимание которых близко к понятию экосистемных услуг: *производственные* – производство биомассы, которая изымается из экосистем и используется человеком (древесина, морепродукты, охотничья продукция и т. п.); *средообразующие* – поддержание условий среды, благоприятных для человека; *информационные и духовно-эстетические* – полезная для человека информация и другие нематериальные блага.

Основные отличия этих классификаций приведены в табл. 2.

Все классификации построены на некотором компромиссе двух основных подходов:

– первый исходит прежде всего из тех благ, которые получает от природы человек;

– второй базируется в большей степени на характеристиках природных систем и их функций, а также на возможных последствиях для природных экосистем в результате использования данных услуг человеком.

Зарубежные классификации основаны в большей степени на первом подходе. Поэтому, например, они в категории обеспечивающих услуг объединяют услуги по обеспечению продовольствием, сырьем и водой. Эти услуги являются результатом разных экосистемных процессов и функций – производства биомассы и регуляции водного режима территорий. Еще более важно то, что их использование человеком ведет к совершенно разным воздействиям на экосистемы. В одном случае это изъятие биомассы из природных экосистем, неизбежно нарушающее их структуру и функционирование. В другом – потребление воды, цикл которой биосистемами лишь регулируется. В группу обеспечивающих услуг попали генетические ресурсы, хотя их ис-

пользование связано не с изъятием биомассы из природных экосистем, а с поиском и пониманием информации, которая там хранится.

Подход Национальной стратегии сохранения биоразнообразия России (2001) базируется прежде всего на особенностях важных для человека функций природных систем, а также на возможных последствиях для природных экосистем в результате использования данных услуг человеком. Этот подход взят за основу в Прототипе национального доклада об экосистемных услугах России.

Таблица 2. Соотношение экосистемных услуг в международных классификациях и классификации Национальной стратегии сохранения биоразнообразия России. Главные различия выделены красным цветом

	Оценка экосистем на пороге тысячелетия	TEEB	CICES v 4.3	Стратегия сохранения биоразнообразия России
Обеспечивающие услуги Продукционные услуги	Продукты питания, корм для скота	Продукты питания	Биомасса (питание). Биомасса (материалы из растений, водорослей и животных для использования в сельском хозяйстве)	Биомасса, изымаемая в ходе рыбного и охотничьего промыслов. Продукция природных сенокосов и пастбищ
	Пресная вода	Вода	Вода для питья (питание). Вода не для питья (материалы)	Относится к средообразующим услугам
	Древесина, волокна	Сырье	Биомасса (волокна и другие материалы из растений, водорослей и животных для непосредственного использования и обработки)	Древесина. Биомасса, изымаемая в ходе рыбного и охотничьего промыслов
	Генетические ресурсы	Генетические ресурсы	Биомасса (генетические материалы из любых организмов)	Относится к информационным услугам
	Биохимические компоненты	Медицинские ресурсы	Биомасса (волокна и другие материалы из растений, водорослей и животных для непосредственного использования и обработки)	Недревесная продукция леса. Биомасса, изымаемая в ходе рыбного и охотничьего промыслов
	Декоративные ресурсы	Декоративные ресурсы	Биомасса (волокна и другие материалы из растений, водорослей и животных для непосредственного использования и обработки)	Недревесная продукция леса. Биомасса, изымаемая в ходе рыбного и охотничьего промыслов
	нет	нет	Биомасса для получения энергии	Древесина на дрова
	нет	нет	Механическая энергия животных	нет

	Оценка экосистем на пороге тысячелетия	TEEB	CICES v 4.3	Стратегия сохранения биоразнообразия России
Регулирующие услуги (TEEB) Регулирующие и поддерживающие услуги (Оценка экосистем...) Регулирующие и сохраняющие услуги (CICES)	Регулирование качества воздуха	Регулирование качества воздуха	Регулирование (переработка) потоков газов и воздуха	Биологическая очистка
	Очистка воды	Очистка воды	Регулирование (переработка) биотой и экосистемами отходов, токсикантов и других помех	Биологическая очистка
	Регулирование стока воды	Регулирование стока воды	Регулирование жидких потоков	Регулирование стока воды
	нет	Смягчение экстремальных явлений	нет	Смягчение экстремальных явлений
	Регулирование эрозии	Предотвращение эрозии	Регулирование потоков твердого вещества	Формирование почв и их защита от эрозии
	Регулирование климата	Регулирование климата	Регулирование климата и состава атмосферы	Регулирование климата
	Формирование почв (поддерживающая услуга)	Поддержание плодородия почв	Формирование и состав почв	Формирование и защита почв от эрозии
	Опыление	Опыление	Поддержание жизненных циклов, защита местообитаний и генных пулов	Опыление
	Регулирование вредителей	Биологический контроль	Контроль вредителей и болезней	Биологический контроль вредителей и болезней
	Регулирование болезней			
	Первичная продуктивность. Циклы веществ (поддерживающая услуга)	нет	нет	нет
	нет	Поддержание жизненных циклов мигрирующих видов, включая уголья для выращивания молодежи	Поддержание жизненных циклов, защита местообитаний и генных пулов	нет
	нет	Поддержание генетического разнообразия, особенно – защита генных пулов	Поддержание жизненных циклов, защита местообитаний и генных пулов	нет
Культурные услуги Информационные услуги	Духовное и религиозное значение	Духовный опыт	Духовное и символическое значение	Духовные и эстетические функции
	Эстетическое значение	Эстетическая информация	Интеллектуальные взаимодействия	
	Культурное разнообразие	Значение для культуры, искусства и дизайна	Духовное и символическое значение, интеллектуальные взаимодействия	
	Рекреация и природный туризм	Рекреация и туризм	Физические взаимодействия, опыт	нет
	Знания и значение для образования	Информация для когнитивного развития	Интеллектуальные взаимодействия, другие культурные выходы (существование, наследие)	Информационные функции, включая генетическую информацию

Для формирования системы оценки, мониторинга и использования экосистемных услуг России выделены их три основные группы – **продукционные, средообразующие, информационные** услуги и группа **рекреационных** услуг, имеющих комплексный характер и зависящих от экосистемных функций всех трех первых групп (табл. 3).

Таблица 3. Классификация услуг наземных экосистем России

Категория	Определение	Услуги
Продукционные	Производство природными системами биомассы, которая изымается человеком из природы и используется для различных нужд	<ol style="list-style-type: none"> 1. Продукция древесины 2. Недревесная продукция леса и других наземных экосистем (грибы, ягоды, орехи, кора, лыко, лекарственные, косметические, декоративные растения и т. п.) 3. Производство корма для скота на природных пастбищах и сенокосах 4. Продукция пресноводных экосистем, прежде всего рыбы 5. Охотничья продукция 6. Продукция меда на природных территориях
Средообразующие	Формирование и поддержание условий среды, благоприятных для жизни человека и развития экономики	<p>1. Услуги по регулированию климата и атмосферы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1. Биогеохимическая регуляция климата: <ul style="list-style-type: none"> – хранение запасов углерода – регуляция потоков парниковых газов 1.2. Биогеофизическая регуляция климата: регуляция потоков энергии между поверхностью Земли и атмосферой, снижение силы ветра и ущерба от ураганов и штормов растительностью, регуляция потоков влаги между поверхностью и атмосферой 1.3. Очистка воздуха растительностью (поглощение загрязнений и пылеосаждение) <p>2. Услуги по регулированию гидросферы</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Водоохранные и водорегулирующие услуги: <ul style="list-style-type: none"> – обеспечение объема стока воды – регуляция вариабельности (стабилизация) стока воды, снижение интенсивности и ущерба от наводнений 2.2. Обеспечение качества воды наземными экосистемами (в том числе «биогеохимические барьеры» растительности и почв на пути водной миграции поллютантов) 2.3. Обеспечение качества воды пресноводными экосистемами (самоочищение и разбавление) <p>3. Услуги по формированию и защите почв</p> <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Защита почв от эрозии: <ul style="list-style-type: none"> – защита почв от водной эрозии – защита почв от ветровой эрозии, предотвращение пыльных бурь – предотвращение ущерба от сноса грунта в водоемы – предотвращение ущерба от оползней и селей 3.2. Формирование биопродуктивности почв 3.3. Самоочищение почв от загрязнений 3.4. Регуляция криогенных процессов <p>4. Услуги по регулированию биологических процессов</p> <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Регуляция численности живых организмов, имеющих важное экономическое значение: вредителей сельского хозяйства, вредителей леса, опылителей, инвазивных и синантропных видов 4.2. Регуляция численности живых организмов, имеющих важное медицинское, медико-биологическое и ветеринарное значение (компоненты природных очагов заболеваний), включая мигрирующие виды <p><i>Услуги по уменьшению интенсивности экстремальных природных явлений и сокращению ущерба от них распределены между группами 1.2, 2.1, 3.1. Услуги по биологической очистке компонентов среды (ассимиляционные услуги) распределены между группами 1.3, 2.2, 2.3, 3.3.</i></p>

<i>Категория</i>	<i>Определение</i>	<i>Услуги</i>
Информационные	Полезная для человека информация и другие нематериальные блага	<ol style="list-style-type: none"> 1. Генетические и биохимические ресурсы природных видов и популяций 2. Информация о структуре и функционировании природных систем, которая может быть использована человеком 3. Эстетическое и познавательное значение природных систем 4. Этическое, духовное и религиозное значение природных систем
Рекреационные	Формирование природных условий для отдыха людей, совмещающее в себе компоненты из трех первых групп	<p>Формирование природных условий для следующих видов отдыха:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ежедневного отдыха рядом с домом – воскресного отдыха и пикников, дачной рекреации, любительской рыбалки, сбора грибов и ягод (не включая профессиональные заготовки недревесной продукции) – познавательного туризма на природе – активного туризма на природе, спортивной рыбалки и охоты – оздоровительного отдыха на курортах (кроме морского побережья)

Подходы к классификации услуг, связанные с масштабом их действия, рассмотрены в разделе «Масштабы экосистемных услуг».

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

ОСНОВНЫЕ ИСТОЧНИКИ ДАННЫХ

Для оценки экосистемных услуг Российской Федерации в качестве основных источников использованы открытые общедоступные базы данных и опубликованные статистические сборники и исследования:

1. *Базы данных Федеральной службы государственной статистики:*

– Регионы России. Социально-экономические показатели. 2013: Стат. сб. – М.: Росстат, 2013. – 990 с. (www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156);

– Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2013: Стат. сб. – М.: Росстат, 2013. – 462 с. (www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138718713500).

2. *Цифровые картографические материалы «Земельные ресурсы России»* – V. Stolbovoi, I. McCallum. Land Resources of Russia (CD-ROM). – Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science, 2002 (http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/russia_cd/guide.htm).

3. *Карта наземных экосистем Северной Евразии* / С.А. Барталев, А.С. Белвард, Д.В. Ершов, А.С. Исаев. – Информационная система TerraNorte. – М.: Институт космических исследований РАН, 2004 (<http://terranorte.iki.rssi.ru>).

4. *Национальный атлас России*. – М.: Федеральное агентство геодезии и картографии России, 2004–2008. Т. 1–4 (<http://xn--80aaaa1bhncclci1cl5c4ep.xn--p1ai>).

5. *Национальный атлас почв Российской Федерации* / Гл. ред. С.А. Шоба. – М.: Астрель; АСТ, 2011. – 632 с.

6. *Статистические и аналитические сборники по ряду биоресурсов* (Егошина, 2005; *Состояние охотничьих ресурсов...*, 2011; *Сырьевая база российского рыболовства...*, 2012).

Использованные статистические материалы из баз данных Росстата относятся к 2012 г., остальные статистические и картографические материалы – к периоду с 2002 по 2012 г.

Поскольку Прототип национального доклада об экосистемных услугах России имеет прежде всего методологическую направленность и призван продемонстрировать возможные подходы к оценке экосистемных услуг, в его задачи не входили анализ точности использованной информации и ее корректировка. **Точность полученных нами оценок экосистемных услуг соответствует точности исходных данных.** В дальнейшем оценки экосистемных услуг должны быть уточнены на основе более детальных и скорректированных исходных сведений.

ЕДИНИЦЫ ОЦЕНКИ – СУБЪЕКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Учитывая, что весь объем данных о социально-экономическом развитии и существенная часть показателей состояния природной среды на данном этапе исследований могли быть получены только из баз данных Федеральной службы государственной статистики (Росстата), где они имеют привязку к субъектам Российской Федерации, было принято решение Прототип национального доклада об экосистемных услугах России подготовить в том же пространственном

разрешении, т. е. в качестве единиц оценки были выбраны субъекты Федерации. Картографические данные из источника «Земельные ресурсы России», Национального атласа России, Национального атласа почв Российской Федерации и других обобщали для территорий субъектов и далее использовали в оценках.

Существенная трудность, возникающая при оценке экосистемных услуг по субъектам Федерации, – большие размеры ряда из них на Севере, в Сибири и на Дальнем Востоке. Так, единые оценки для огромных территорий Красноярского края и Якутии, очевидно, не вполне отражают разнообразие природных и социально-экономических условий внутри этих обширных регионов. Новая Земля является частью Архангельской области и поэтому имеет те же показатели, что и континентальная часть области. Авторы признают упрощенность принятого подхода к описанию пространственного распределения экосистемных услуг, но вынуждены ориентироваться на форму представления информации в базах данных государственной статистики. Более детальное рассмотрение пространственного распределения экосистемных услуг можно осуществить на уровне административных районов, что представляется целесообразным при проведении региональных исследований.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

В зависимости от наличия данных и степени проработки методологических подходов к оценке услуг использованы следующие методы оценки.

1. Прямая количественная оценка предоставленного, необходимого и используемого объемов услуг непосредственно по имеющимся количественным данным (например, по данным о количестве углерода в экосистемах или о запасах и использовании биоресурсов).

2. Косвенная количественная оценка объемов услуг на основе преобразования и комбинации имеющихся количественных данных (например, оценка услуги по производству кормов на природных пастбищах).

3. Оценку в баллах (по 10-балльной шкале) производили, если данные для количественной характеристики услуги в рамках проекта получить не удалось. В этом случае оценивали факторы, влияющие на предоставленный и используемый объемы услуги. Диапазон значений избранного фактора подразделяли на 10 классов с присвоением им от 1 до 10 баллов. При необходимости комбинирования нескольких факторов их балльные оценки в регионах суммировали, и полученные суммарные величины вновь переводили в 10-балльную шкалу. Балльные оценки предоставленного объема показывают относительную интенсивность действия природных факторов, определяющих выполнение услуг экосистемами (например, доля природных экосистем от площади региона). Балльные оценки используемого и необходимого объемов показывают относительную интенсивность действия социально-экономических факторов, определяющих потребность в услугах и их использование (например, плотность населения или транспортная доступность территории).

4. Постановка задачи оценки услуги, если необходимые данные отсутствуют или их характер не позволяет провести анализ ни одним из первых трех способов.

Использованные в Прототипе национального доклада методы оценки различных экосистемных услуг показаны в табл. 4. Перечень оцененных экосистемных услуг отличается от их более полного списка, представленного в табл. 3, так как нами были учтены не все компоненты услуг. Например, для экосистемной услуги по очистке воздуха растительностью проведена только оценка улавливания пригородными лесами загрязняющих веществ от стационарных источников, другие виды загрязнений, а также функции недревесной растительности не учитывались.

Таблица 4. Методы оценки различных экосистемных услуг
(номера соответствуют вариантам оценки, обозначенным в тексте)

Услуги	Методы оценки			
	1	2	3	4
Продукционные				
Продукция древесины	X			
Недревесная продукция леса и других наземных экосистем	X			
Производство корма для скота на природных пастбищах (сенокосы не учитывались)		X		
Продукция пресноводных экосистем, прежде всего рыбы				X
Охотничья продукция	X			
Продукция меда на природных территориях				X
Средообразующие				
<i>Регулирование климата и атмосферы</i>				
Биогеохимическая регуляция климата				
Регуляция потоков парниковых газов (учтен только CO ₂)	X			
Хранение запасов углерода, накопленных природными экосистемами	X			
Биогеофизическая регуляция климата				X
Очистка воздуха растительностью (поглощение загрязняющих веществ пригородными лесами)		X		
<i>Регулирование гидросферы</i>				
Водоохранные и водорегулирующие услуги				
Регулирование объема стока		X		
Регуляция variability годового стока		X		
Обеспечение качества воды наземными экосистемами		X		
Обеспечение качества воды пресноводными экосистемами (разбавление и самоочищение)		X		
<i>Формирование и защита почв</i>				
Защита почв от эрозии				
Защита от водной эрозии			X	
Защита от ветровой эрозии			X	
Предотвращение сноса грунта в водоемы				X
Предотвращение оползней и селей				X
Формирование биопродуктивности почв				X
Самоочищение почв от загрязнений			X	
Регуляция криогенных процессов		X		
<i>Регулирование биологических процессов</i>				
Регуляция численности живых организмов, имеющих важное экономическое значение				
Вредители сельского хозяйства, вредители и болезни леса, инвазивные и синантропные виды				X
Опылители			X	
Регуляция численности живых организмов, имеющих важное медицинское, медико-биологическое и ветеринарное значение (компоненты природных очагов заболеваний), включая мигрирующие виды				X
Информационные				
Генетические ресурсы природных видов и популяций			X	
Информация о структуре и функционировании природных систем, которая может быть использована человеком			X	
Эстетическое и познавательное значение природных систем			X	
Этическое, духовное и религиозное значение природных систем				X
Рекреационные				
Формирование природных условий для ежедневного отдыха рядом с домом, воскресного отдыха и дачной рекреации			X	
Формирование экосистемами условий для туризма на природе (познавательного и активного)			X	
Формирование природных условий для оздоровительного отдыха на курортах (кроме морского побережья)				X

В соответствии с избранным методом оценки экосистемных услуг были использованы либо естественнонаучные единицы измерения объемов услуг, либо оценка в баллах (табл. 5).

Таблица 5. Показатели и единицы измерения для оценки предоставленного, необходимого и используемого объемов услуг

Категория услуг	Предоставленный объем	Необходимый объем	Используемый объем	Единицы измерения
Производственные услуги	– Запасы биоресурсов – Расчетная лесосека	Не оценивался	Объем ежегодной добычи биоресурса	кг численность кг/га числ./га кг/га/год числ./га/год
Средообразующие услуги	– Объем или масса вещества, вовлеченного в данную функцию – Объем или площадь среды, где осуществлено регулирование параметров	Объемы загрязнений, которые должны быть нейтрализованы	– Объемы или масса экономически важного вещества, вовлеченного в данную функцию – Объем или площадь экономически важной среды, где осуществлено регулирование параметров	кг/год м ² /год м ³ /год кг/га/год м ² /га/год м ³ /га/год
	Оценка суммы природных факторов, влияющих на потенциальные объемы регулирования среды	Не оценивался	Оценка суммы социально-экономических факторов, влияющих на потенциальную прибыль (предотвращенный ущерб) от регулирования среды	баллы
Информационные услуги	Оценка суммы природных факторов, влияющих на объем информации в природе	Не оценивался	Оценка суммы социально-экономических факторов, влияющих на объем информации, который человек может получить из природы	баллы
Рекреационные услуги	Оценка суммы природных факторов, влияющих на рекреационный потенциал территорий	Не оценивался	Оценка суммы социально-экономических факторов, влияющих на число отдыхающих	баллы

Для создания карт использовано картографическое программное обеспечение ArcGis 10. Региональные показатели из баз данных Росстата, статистических и аналитических сборников непосредственно использовали для создания таблиц (Excel), которые на следующем этапе добавляли к векторному слою субъектов Российской Федерации. Цифровые данные из источника «Земельные ресурсы России» и карта смытых почв из Национального атласа почв России были преобразованы в показатели по регионам средствами картографического программного обеспечения. Перед этим проведено перепроецирование, чтобы все картографические материалы имели единую проекцию. Таким образом, при анализе и обработке векторных данных из упомянутых источников площадные искажения распределения показателей по территории России были минимизированы. Ряд карт взят из Национального атласа России (2007, т. 2). Для работы с ними проведена привязка растров и векторизация в геоинформационном программном обеспечении. Часть картографических материалов получена путем комбинации региональных показателей и статистических таблиц. Итоговые результаты представлены в виде карт по субъектам Российской Федерации.

ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ПО ТРЕМ ПОКАЗАТЕЛЯМ: ПРЕДОСТАВЛЕННОМУ, НЕОБХОДИМОМУ И ИСПОЛЬЗУЕМОМУ ОБЪЕМАМ

Чрезвычайное разнообразие природных и социально-экономических условий на территории России при развитии системы оценки и интеграции экосистемных услуг в экономику и процесс принятия решений требует дифференцированного подхода к услугам, которые могут быть потенциально предоставлены экосистемами, и к услугам, которые на самом деле используются человеком или в которых он нуждается. Объем потенциальных экосистемных услуг (экосистемных функций) определяется распространением и состоянием природных экосистем. Объем использования услуг – плотностью населения, хозяйственным развитием и транспортной доступностью регионов. Реальное значение экосистемных функций для благополучия человека, т. е. их актуализация как экосистемных услуг, определяется наличием их потребителей на территории соответствующего масштаба. Управленческий уровень механизмов интеграции ценности экосистемных услуг в экономику определяется пространственным масштабом данной экосистемной услуги и соотношением территорий, на которых она производится и которые получают от нее выгоду.

Для решения этой задачи необходимо сопоставить распределение потенциальных экосистемных услуг с показателями социально-экономического развития регионов (плотность населения, региональный ВВП, стоимость основных фондов, доля городского и сельского населения, преобладающие типы хозяйства, уровень жизни населения, готовность к инновациям и др.), которые определяют характер и объемы использования экосистемных услуг.

Наиболее общая закономерность распределения экосистемных функций и показателей социально-экономического развития, которая проявляется практически повсеместно, – обратная зависимость между площадью и состоянием природных экосистем и распределением потребителей экосистемных услуг (рис. 3). Эта закономерность очевидна, так как экономическая активность человека в большинстве случаев сопряжена с уничтожением или нарушением природных экосистем.



Рис. 3. Концентрация потенциальных экосистемных услуг и их потенциальных потребителей в разных регионах России

Возможность превращения экосистемной функции (потенциальной экосистемной услуги) в актуальную экосистемную услугу зависит от ее пространственного масштаба: глобальные экосистемные функции всегда являются услугами, функции межрегионального масштаба становятся услугами, если в регионе-реципиенте (например, ниже по течению) есть население и хозяйственная активность, локальные функции являются услугами только на населенных территориях.

Задача территориального сопоставления объемов потенциальных и используемых экосистемных услуг может быть решена за счет оценки каждой услуги по трем показателям: предоставленному, необходимому и используемому объемам (табл. 6).

Предоставленный экосистемами объем услуг соответствует потенциальной способности экосистем выполнять полезные для человека функции и удовлетворять его потребности. Он определяется природными факторами и состоянием экосистем – интенсивностью процессов их функционирования, устойчивостью, степенью нарушенности. Этот индикатор должен оцениваться с учетом устойчивого использования экосистем и их компонентов, т. е. он равен тому объему услуги, потенциальное использование которого не оказывает серьезного негативного влияния на структуру и функционирование экосистем (например, объему изъятия биоресурсов, не нарушающему структуру, воспроизводство и экосистемные функции промысловых популяций).

Таблица 6. Предоставленный, необходимый и используемый объемы экосистемных услуг

Категория услуг	Предоставленный объем	Необходимый объем	Используемый объем
Производственные услуги	Допустимый объем изъятия биомассы (численности) биоресурсов, не подрывающий устойчивость их популяций, а в идеале – и их экосистемные функции <i>Примеры:</i> – расчетная лесосека – допустимые объемы вылова или отстрела промысловых видов	Объем добычи биоресурсов, необходимый для удовлетворения запросов населения и перерабатывающих предприятий региона	Объемы добычи биоресурсов <i>Примеры:</i> – заготовка древесины – вылов рыб – добыча охотничьих животных
Средообразующие услуги	Потенциальная способность экосистем поддерживать приемлемые для человека условия среды <i>Примеры:</i> – потенциальная интенсивность самоочищения воды в природных водоемах – максимальное количество загрязнений, которое может быть уловлено растительностью из воздуха без существенного ущерба для нее	Объем природной регуляции среды, необходимый для хорошего качества жизни людей и развития экономики с учетом существующих нормативов качества окружающей среды <i>Примеры:</i> – количество загрязнений, которое необходимо уловить из воздуха	Объемы регулирования параметров среды, прямо влияющих на качество жизни людей и состояние экономики <i>Примеры:</i> – количество загрязнений, нейтрализованное в водоемах благодаря природным процессам – количество загрязнений, уловленное растительностью из воздуха – объем стока, обеспечиваемый функционированием наземных экосистем
Информационные услуги	Вся информация, которая хранится в природе и может быть использована человеком <i>Примеры:</i> – разновидности живых организмов, которые могут быть введены в культуру – генетические материалы, которые могут быть использованы генной инженерией – информация о структуре природных экосистем, полезная для создания искусственных экосистем	Объем информации из природы, необходимый для решения определенной задачи	Информация, полученная человеком из природных систем <i>Примеры:</i> – количество природных генетических последовательностей, использованных в биотехнологических производствах – количество исследований структуры и процессов в природных экосистемах, у видов, в популяциях
Рекреационные услуги	Допустимые рекреационные нагрузки, не ведущие к деградации природных экосистем. <i>Примеры:</i> – предельно допустимое число посетителей природных территорий	Рекреационная емкость природных территорий, необходимая для удовлетворения запросов всех желающих или нормального экономического развития региона	Количество отдыхающих или туристов (человеко-дней), посетивших природные территории, с учетом типа и интенсивности рекреации

Необходимый объем экосистемной услуги – требуемый для удовлетворения потребностей людей и нормального развития хозяйства на конкретной территории в данное время.

Используемый объем соответствует пользе, которую люди получают от экосистемной услуги в данный период времени.

Примеры предоставленного, необходимого и используемого объемов для разных категорий экосистемных услуг показаны в табл. 6.

Применяемые нами индикаторы объема экосистемных услуг частично соответствуют «каскадной модели» R. Haines-Young и M. Potschin (2013), причем предоставленный объем можно сопоставить с «финальными услугами», а используемый объем – с «выгодами» (рис. 4).

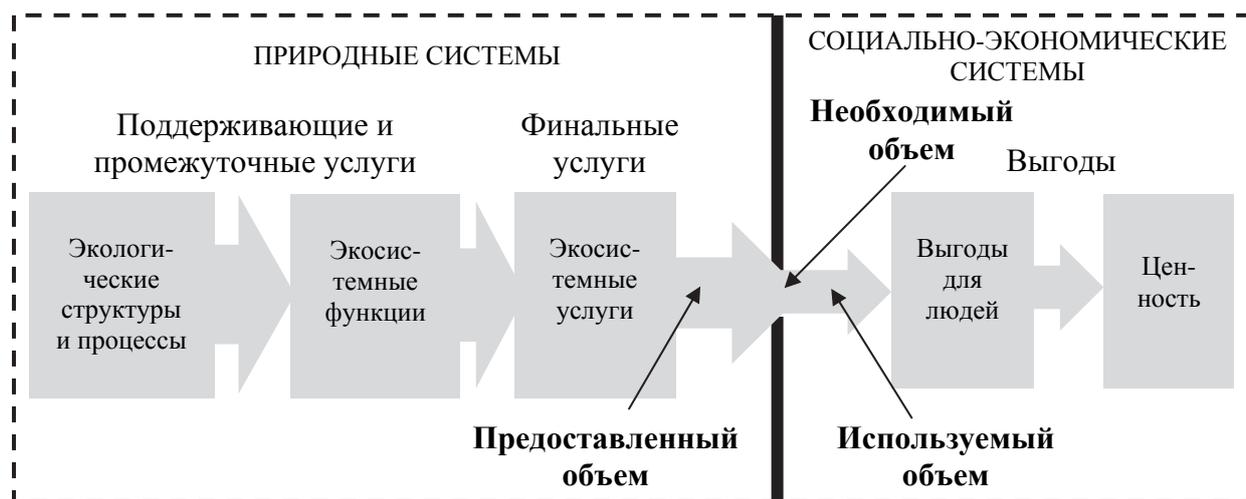


Рис. 4. Необходимый, предоставленный и используемый объемы услуг в «каскадной модели» (по Haines-Young, Potschin, 2013, с изменениями)

Соотношение предоставленных, необходимых и используемых объемов экосистемных услуг определяется, с одной стороны, интенсивностью и устойчивостью функционирования экосистем, с другой – социально-экономическими характеристиками территорий (плотностью населения, экономическим развитием, транспортной доступностью, имеющимися механизмами и средствами использования экосистемных услуг).

Возможные соотношения *необязательного* и *предоставленного* объемов не зависят от категории экосистемных услуг. В плотно населенных индустриальных или сельскохозяйственных регионах необходимый объем услуг может превышать способности экосистем их предоставить (рис. 5, слева). В слабоосвоенных человеком регионах необходимый объем услуг, наоборот, как правило, меньше предоставленного экосистемами (рис. 5, справа).

Возможные соотношения *используемых* и *предоставленных* объемов зависят от категории экосистемных услуг. Для производственных и рекреационных услуг используемый объем может превышать предоставленный («1» на рис. 5). Для этих услуг предоставленный объем соответствует допустимому объему изъятия биоресурсов из природы и допустимым рекреационным нагрузкам (табл. 6), которые не ведут к деградации экосистем и популяций. Если реальное использование биоресурса больше предоставляемого объема, происходит перепромысел, деградация объекта промысла, подрыв ресурсной базы. Если реальное использование рекреационных услуг превышает предоставленный объем, наблюдается рекреационная деградация экосистем.

Для средообразующих и информационных услуг используемый объем, очевидно, не может быть больше предоставленного. Предоставленный объем средообразующих услуг – это потенциальная способность экосистем поддерживать приемлемые для человека условия среды. Переэксплуатировать эту способность невозможно. Если необходимый объем услуг превышает предоставленный, экосистемы просто не в состоянии поддерживать приемлемые параметры среды и население вынуждено жить в экологически неблагоприятных условиях. Например, если

объемы выбросов превышают способность лесов их поглощать, то используемый объем равен предоставленному, так как леса поглотили только то количество, которое могли. В этом случае наблюдается ухудшение показателей окружающей среды. Аналогично, невозможно переэксплуатировать и информационные услуги, так как невозможно использовать информации больше, чем есть в природе. Эту информацию можно утратить из-за деградации природных экосистем, исчезновения видов и сокращения их внутривидового разнообразия, но чрезмерно использовать ее, по-видимому, невозможно.

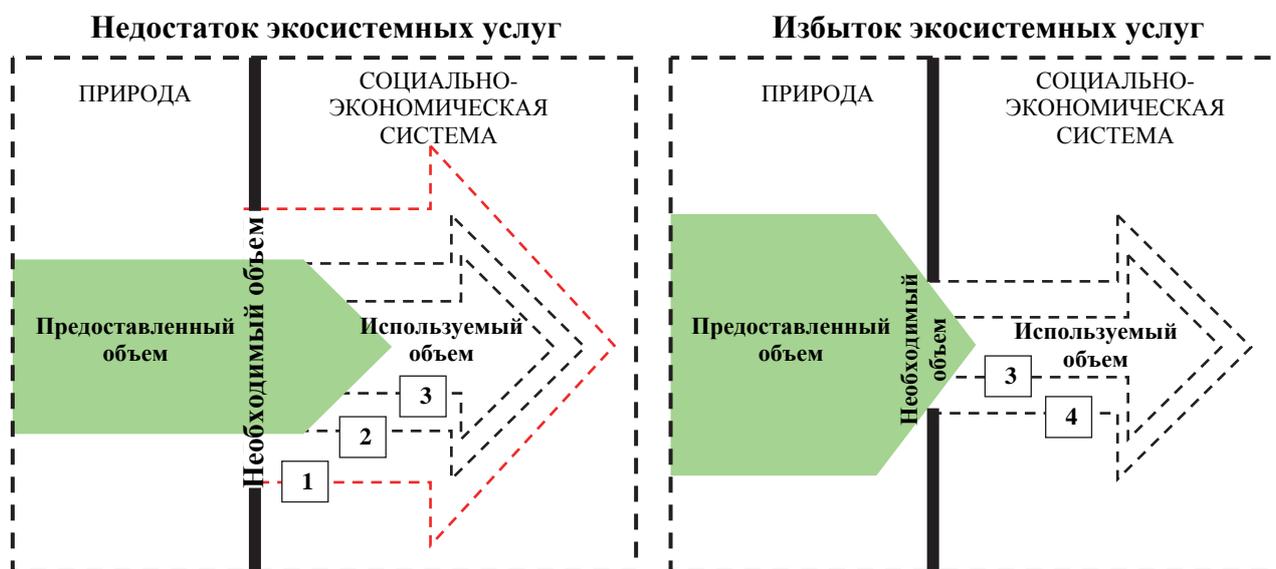


Рис. 5. Возможные варианты соотношений предоставленных, необходимых и используемых объемов экосистемных услуг:

- 1 – используемый объем равен необходимому и превышает предоставленный объем (возможно только для производственных и рекреационных услуг);
- 2 – используемый объем меньше необходимого из-за недостатка предоставленного объема;
- 3 – используемый объем меньше необходимого из-за недостатка технологических, правовых или экономических механизмов использования услуг;
- 4 – используемый объем меньше предоставленного из-за низкой потребности в услуге (необходимый объем меньше предоставленного)

Для всех категорий экосистемных услуг используемый объем может быть меньше предоставленного. Наиболее простая причина этого – малая величина необходимого объема услуг («4» на рис. 5). Другая причина – недостаток технологических, правовых или экономических механизмов, позволяющих использовать услуги («3» на рис. 5). В этих случаях используемый объем может быть меньше необходимого, даже если предоставленный экосистемами объем услуг достаточно велик. Например, региональным лесоперерабатывающим предприятиям не хватает сырья из-за недостатка лесозаготовительной техники, хотя запасы древесины в лесах достаточны, или природные генетические ресурсы не могут быть использованы из-за недостатка научных знаний и технологий, или услуга стабилизации речного стока лесами используется не полностью из-за отсутствия мини-гидроэлектростанций в регионе.

Возможные соотношения *используемого* и *необходимого* объемов также зависят от категории услуг. Вариант, когда экосистемная услуга используется больше, чем необходимо, возможен для производственных и рекреационных услуг при крайне неэффективной системе планирования и управления. Например, если биологические ресурсы заготавливаются в чрезмерных объемах, которые невозможно ни переработать, ни отправить в другой реги-

он или, если численность людей, отдыхающих на природе, доведена до экономически нецелесообразных значений.

Используемый объем может быть меньше необходимого в упомянутых выше случаях недостатка экосистемных услуг в густонаселенных и сильно преобразованных человеком регионах, когда предоставленный объем услуг меньше необходимого (рис. 5, слева), а также при недостатке механизмов и средств использования экосистемных услуг («З» на рис. 5).

Соотношения трех индикаторов объема экосистемных услуг показывают степень их использования, степень обеспеченности услугами и степень удовлетворения необходимости в них (табл. 7). Эти соотношения могут быть измерены в тех же единицах, что и индикаторы объема экосистемных услуг (разности объемов), или иметь относительный характер (отношения объемов). Примеры количественной оценки соотношений в Прототипе национального доклада приведены в табл. 7.

Все соотношения могут быть вычислены только в том случае, если индикаторы объема данной экосистемной услуги оценены в одинаковых единицах. Поскольку *предоставленный* экосистемами объем услуг по определению не зависит от социально-экономических систем и не представлен на рынках (и вероятно, в ряде случаев никогда не будет представлен), то возможность его корректной монетарной оценки не очевидна. Сопоставление объемов услуг может быть сделано в естественнонаучных показателях или в баллах.

Таблица 7. Значение соотношений трех индикаторов объема для оценки экосистемных услуг

Соотношение индикаторов объема экосистемных услуг	Значение для оценки экосистемных услуг	Примеры использования в Прототипе национального доклада
$V_{\text{используемый}} / V_{\text{предоставленный}}$ $V_{\text{используемый}} / V_{\text{предоставленный}} \times 100 \%$	Степень использования услуги	Доля природных кормов, съеденных скотом. Доля реально очищенного стока от потенциальной очищающей способности экосистем. Доля регионального запаса углерода, учтенная в управляемых лесах
$V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{используемый}}$	Неиспользованный (положительные значения) или переэксплуатированный (отрицательные значения) объем услуги	Неиспользованный остаток лесосеки
$V_{\text{предоставленный}} / V_{\text{необходимый}}$ $V_{\text{предоставленный}} / V_{\text{необходимый}} \times 100 \%$	Степень обеспеченности услугой	Доля выбросов, которые могут быть уловлены пригородными лесами
$V_{\text{необходимый}} - V_{\text{предоставленный}}$	Недостаток (положительные значения) или избыток (отрицательные значения) услуги	Остаток загрязнений, поступающих со сточными водами, который не может быть нейтрализован водными экосистемами
$V_{\text{используемый}} / V_{\text{необходимый}}$ $V_{\text{используемый}} / V_{\text{необходимый}} \times 100 \%$	Степень удовлетворения необходимости в услуге	Доля загрязненного стока, который очищается наземными экосистемами. Доля токсичных газов, поглощенных пригородными лесами
$V_{\text{необходимый}} - V_{\text{используемый}}$	Объем неудовлетворенной услуги	Не очищенный наземными экосистемами остаток загрязненного стока

Степень использования услуг, которые оценивались в баллах, вычислена как разность балльных оценок предоставленного и используемого объемов. Как сказано выше (раздел «Методы оценки экосистемных услуг и картографическое обеспечение»), балльные оценки показывают относительную силу действия природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный экосистемами объем услуг и их использование (потребность в них). Балльные оценки степени использования услуг и удовлетворения потребности в них показывают соотношение природных факторов обеспечения услуг и социально-экономических факторов их использования в регионах страны. Отрицательные значения показывают, что социально-экономические факторы, определяющие высокую потребность в услуге и ее интенсивное использование, относительно преобладают над природными факторами, определяющими выполнение услуги экосистемами. Положительные значения показывают, что природные факторы обеспечения услуги относительно преобладают над социально-экономическими факторами. Нулевые значения показывают регионы, где социально-экономические и природные факторы относительно уравновешены.

Доля природных экосистем в площади субъектов Российской Федерации

Для каждого региона доля территории, занятой природными экосистемами, определена по карте наземных экосистем (Барталев и др., 2004). На этой карте были выделены типы поверхности, полностью или существенно трансформированные человеком (земли населенных пунктов, сельскохозяйственные угодья, комплексы лесов, лугов и степей с сельскохозяйственными землями). Остальную территорию рассматривали как покрытую природными экосистемами. На основании этого получена оценка доли всей совокупности природных экосистем от площади каждого региона (рис. 6). Однако последующий анализ показал, что методы идентификации типов экосистем, использованные при создании карты Барталева с соавторами (2004), несколько завышают процент природных экосистем в регионах. Так, например, получилось, что в Московской области более 80 % ее территории занимают природные экосистемы, что существенно превышает реальные значения (см., например, Карпачевский и др., 2009). Оценки площади природных экосистем были использованы в нашем последующем анализе, но в будущем они должны быть скорректированы на основе более точных данных о растительном покрове России.

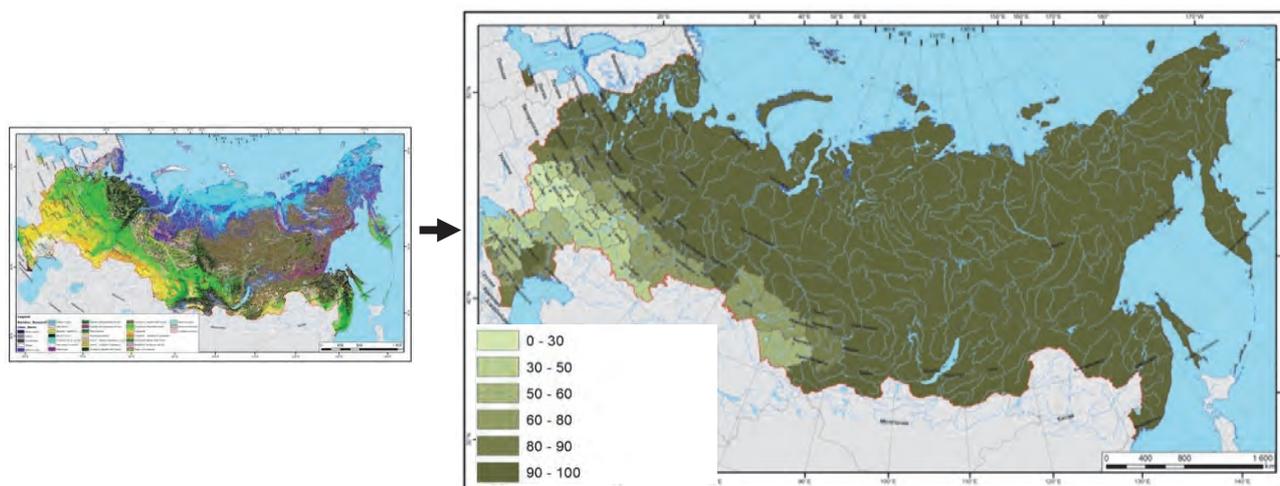


Рис. 6. Доли природных экосистем (%) от площади регионов РФ, полученные на основании карты наземных экосистем (Барталев и др., 2004)

ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В РОССИИ

ПРОДУКЦИОННЫЕ УСЛУГИ

Продукционные экосистемные услуги понимаются здесь как выгоды, которые человек получает от изъятия любых видов биомассы из природных экосистем: древесины, недревесной продукции наземных экосистем, корма для скота, продукции пресноводных экосистем (прежде всего рыбы), охотничьей продукции, меда, собранного домашними пчелами с природных лугов.

ПРОДУКЦИЯ ДРЕВЕСИНЫ

Услуга производства древесины является наиболее важной в экономическом плане для России среди продукционных услуг. Она важна на всех уровнях управления: локальном (обеспечение сельского населения стройматериалами и дровами), региональном (лесной комплекс играет ключевую роль в экономике ряда регионов) и национальном.

В настоящее время доступны данные о запасах древесины в лесах и ее заготовке по субъектам Федерации. Таким образом, имеется возможность прямой непосредственной оценки предоставленного и используемого объемов услуги.

Предоставленный экосистемами объем услуги оценен двумя способами в целях демонстрации двух типов показателей:

- по запасу древесины в регионах (в соответствии с базой данных «Регионы России», рис. 7а);
- по расчетной лесосеке (рис. 7б).

Очевидно, что оценка предоставленного объема услуги по показателям расчетной лесосеки более адекватна, так как показывает тот объем ресурса, изъятие которого не подрывает воспро-

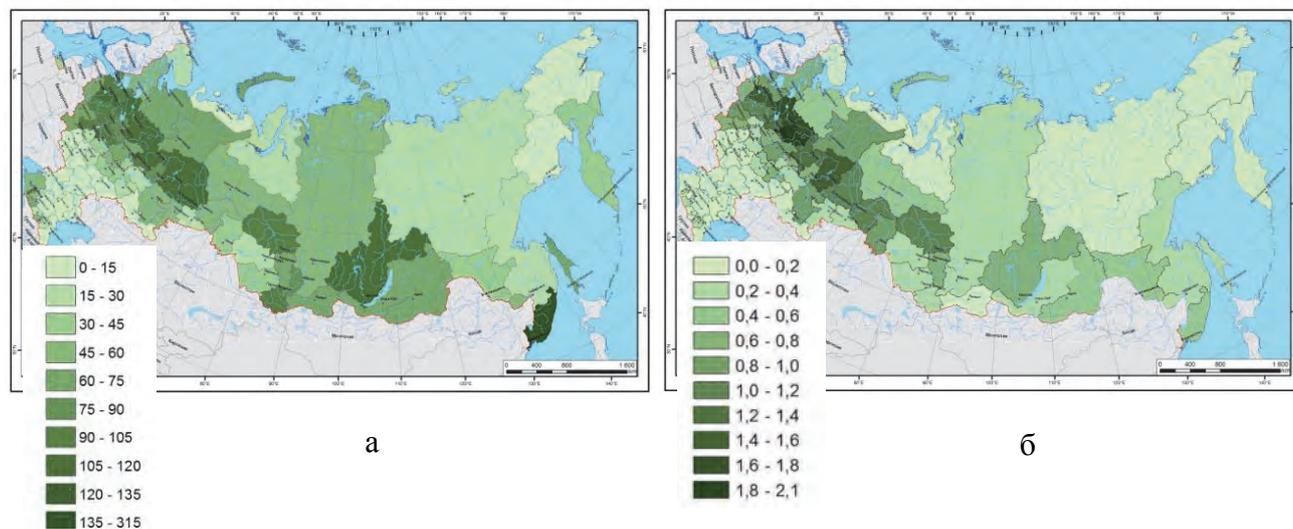


Рис. 7. Предоставленный экосистемами объем услуги по продукции древесины: а) запас древесины на единицу площади региона ($m^3/га$); б) расчетная лесосека на единицу площади региона ($m^3/га/год$)

изводство древесины. Этот показатель может быть прямо сопоставлен с реальными объемами изъятия ресурса из экосистем.

Таблица 8 характеризует динамику площади лесопокрытых земель и запасов древесины в лесах России с 1988 по 2008 г. Можно отметить тенденцию к увеличению как площади лесов, так и запасов древесины в них.

Таблица 8. Динамика площади покрытых лесом земель и запасов древесины в Российской Федерации

Категория	Характеристика	Год учета				
		1988	1993	1998	2003	2008
Покрытые лесом земли	Площадь, тыс. га	758 715,7	750 953,1	763 826,0	767 473,6	787 147,8
	Запас, млн м ³	81 123,1	79 504,3	80 797,9	81 153,0	82 378,2
Эксплуатационные леса	Площадь, тыс. га	388 453,0	351 095,9	331 461,0	329 788,9	345 449,3
	Запас, млн м ³	47 595,2	43 466,8	40 279,4	39 629,6	40 813,6

Однако далеко не все леса доступны для эксплуатации. К категориям, в которых запрещены рубки главного пользования, относятся защитные леса, в том числе леса особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Резервными леса являются в том случае, если их эксплуатация не планируется в течение ближайших 20 лет. Доля эксплуатационных лесов составляла в 2008 г. 43,9 % по площади и 49,5 % по запасу древесины. Обратим внимание на уменьшение площадей эксплуатационных лесов и запасов древесины в них в 1988–2003 гг. (табл. 8). Эта тенденция связана с масштабным переводом лесов в состав защитных категорий. После 2006 г. тенденция сменилась на обратную в связи с ускорившимся переводом резервных лесов в эксплуатационные.

Запасы древесины в лесах – важная характеристика, однако при установлении допустимых размеров лесопользования следует исходить из их продукционных свойств. Согласно критериям устойчивого лесопользования, потери древесины в результате заготовок должны компенсироваться приростом в остающихся лесах. Поэтому, с учетом ограничений по категориям использования лесов, для территориальных единиц управления лесами (ныне это лесничества) устанавливаются расчетные лесосеки, т. е. годовые лимиты заготовки древесины. В 1995 г. суммарная для России расчетная лесосека равнялась 545,6 млн м³, а в 2004-м – 495,3 млн м³. Уменьшение расчетной лесосеки соответствует сокращению запасов древесины в эксплуатационных лесах от 1993 к 2003 г. (табл. 8).

Используемый объем услуги выражается в количестве заготовленной древесины – как деловой, так и дров. Оценка по базе данных «Регионы России» приведена на рис. 8.

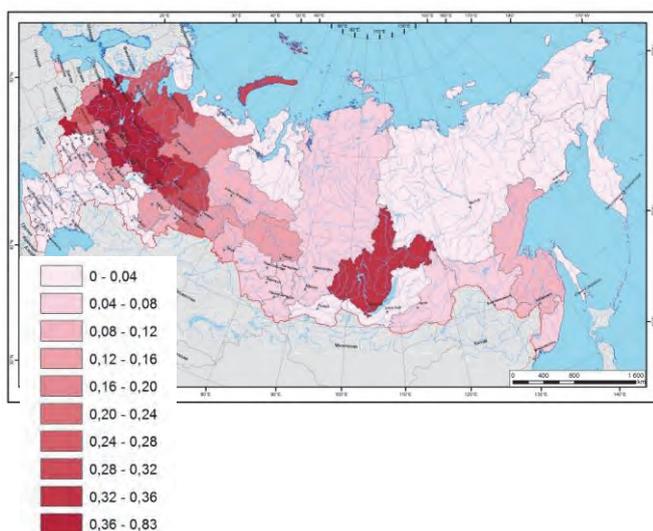


Рис. 8. Используемый объем экосистемной услуги по производству древесины: заготовка древесины на единицу площади региона (м³/га/год)

Объемы легально заготовленной древесины фиксируются в статистической отчетности, формируемой Рослесхозом и Росстатом. Архивные сведения по заготовкам древесины за 1946–1995 гг. опубликованы (Лесопользование..., 1996). В 1960–80-х гг. суммарные объемы лесозаготовок в России составляли около 350–370 млн м³ в год (рис. 9). В период социально-экономических реформ (1990–1998 гг.) они снизились до 130–160 млн м³, а в 2000-е варьировали в пределах 160–180 млн м³ в год. Ежегодная заготовка около 350 млн м³ древесины с середины 1950-х до конца 1980-х гг. способствовала формированию устойчивой возрастной структуры лесов, когда ежегодное изъятие древесины при лесозаготовках компенсировалось ее ежегодным приростом. При сокращении лесопользования прирост стал превышать изъятие, что привело к росту площади лесов и запасов древесины (табл. 8).

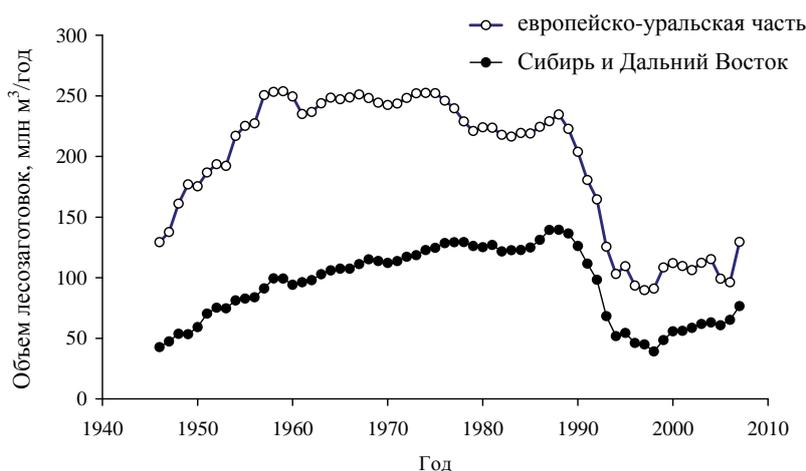


Рис. 9. Динамика объемов лесозаготовок в европейско-уральской и азиатской частях России (Замолодчиков, 2012)

Величины, приведенные на рис. 9, характеризуют легально осуществляемые заготовки в лесах России. Для полной оценки используемого объема услуги к ним нужно добавить нелегально добытую древесину, количество которой можно установить обычно лишь по косвенным признакам. Если незаконная добыча леса местным населением для своих нужд составляет всего около 2 % (Грязнов и др., 2011), то юридические лица, по разным оценкам, нелегально заготавливают 10–25 % от общего объема древесины (Птичников, Курицын, 2011) и более. Так, в 2009 г. в Северо-Западном федеральном округе заготовки древесины с нарушением действующих норм и правил рубок составили 35 % от общего объема лесозаготовок (Грязнов и др., 2011). В начале 2000-х гг. объем деловой древесины сомнительного происхождения в Красноярском крае составлял 14–16 % от объема потребления и экспорта древесины, в Иркутской области – 9–18 %, а в Хабаровском крае – 35 % от потребления и экспорта древесины или 56 % от объема официальных лесозаготовок (Котлобай и др., 2006).

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. В качестве индикатора степени использования данной экосистемной услуги оценен неиспользованный остаток лесосеки на единицу площади региона (разница между расчетной лесосекой и объемами заготовки древесины), т. е. неиспользованный остаток предоставленного объема услуги (Предоставленный – Используемый). Наибольшие значения этот индикатор имеет в лесных регионах европейской части страны и Западной Сибири. И только в одном регионе (Ростовская область), по данным Рослесхоза, в 2012 г. заготовки древесины превысили расчетную лесосеку, т. е. используемый объем услуги был больше предоставленного (рис. 10).

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки предоставленного объема:

– расчетная лесосека, учитывающая задачи сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций лесов.

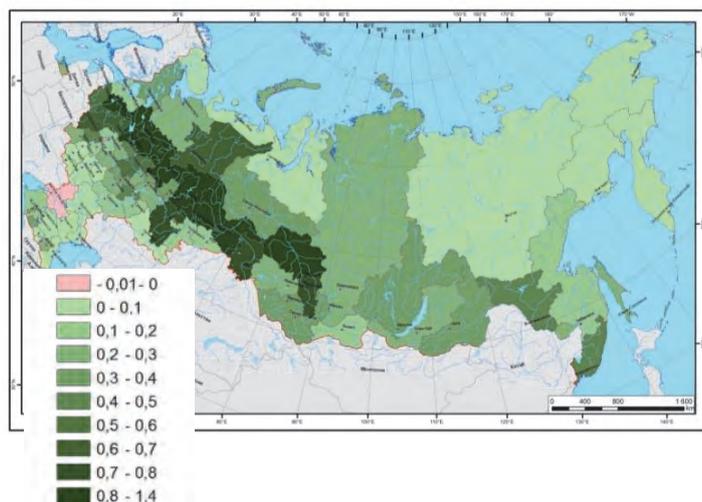


Рис. 10. Объем неиспользованной лесосеки в 2012 г. (м³/га). Отрицательные значения показывают превышение заготовок древесины над расчетной лесосекой

Для оценки *используемого* объема:

- объемы легальной заготовки деловой древесины и дров;
- достоверные объемы нелегальных рубок.

НЕДРЕВЕСНАЯ ПРОДУКЦИЯ ЛЕСА И ДРУГИХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Недревесные ресурсы леса и иных наземных экосистем очень разнообразны по своему составу и характеру применения. Они включают пни и кору деревьев и кустарников, хворост, веточный корм, пихтовые, сосновые и еловые лапы, новогодние ели, пищевые (ягоды, орехи, дикие фрукты), лекарственные, медоносные, технические и другие хозяйственные группы растений, съедобные виды грибов. Ценность для общества недревесных ресурсов леса существенна. Частью таких ресурсов население пользуется бесплатно, к примеру посещая леса с целью сбора грибов и ягод для собственных нужд. Другая часть ресурсов заготавливается в целях продажи и успешно монетизируется в цепочке «заготовитель – конечный потребитель». Недревесные ресурсы леса, как правило, не выделяют как отдельный ресурс, а относят к продуктам побочного пользования лесом. Однако их стоимость в некоторых категориях лесов может превышать стоимость древесины (Лаптев, 2009). Для городских жителей сбор грибов и ягод имеет не только промысловую, но и рекреационную ценность.

Во второй половине 1980-х гг. суммарная заготовка съедобных грибов в России достигала более 16 тыс. т в год (в среднем немногим менее 8 тыс. т), а ягод брусники – свыше 10 тыс. т (при средних значениях более 5 тыс. т). В 1990-х гг. система централизованных заготовок разрушилась, их объемы были минимальными, заготавливали только отдельные наиболее важные и массовые виды сырья. Однако в настоящее время антропогенная нагрузка на популяции дикорастущих растений и грибов резко возросла и в некоторых регионах их ресурсы осваиваются почти полностью. Многие популяции вблизи населенных пунктов и автодорог подвержены перепромыслу (Егошина, 2005).

Оценка объема недревесных ресурсов возложена на лесоустройство, но они относятся к разряду так называемых «побочных пользований» и детальному учету не подлежат. При лесоустройстве определяют возможный и фактический ежегодный объем заготовки недревесных, пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений (по нормативам регионального лесотаксационного справочника) и отражают в лесном плане субъекта Федерации и лесохозяйственных регламентах лесничеств.

В связи с переходом лесного хозяйства страны на рыночные отношения возникла необходимость точного учета всех полезностей леса, в том числе и недревесных ресурсов, чтобы обосновать стоимость арендной платы за пользование участками лесного фонда. Всероссийский НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ) совместно с Костромской лесной

опытной станцией разработали «Методику оценки недревесных растительных ресурсов на типологической основе при сдаче леса в аренду» (Методика..., 1997). Согласно этой методике, размер минимальной ставки лесных податей и арендной платы за пользование участками лесного фонда с целью осуществления заготовок недревесной продукции определяется рыночной ценой единицы учета сырья, себестоимостью и нормативной рентабельностью его заготовки.

Однако в настоящее время достоверные сведения о величине ресурсов и размещении недревесного растительного сырья имеются лишь для немногих областей. Они получены при выполнении хоздоговорных работ исследовательскими учреждениями, прежде всего ВНИИЛМ.

Поскольку полная государственная статистика заготовки и потребления недревесных ресурсов леса в настоящее время не ведется, в нашей работе использованы данные из исследования Т.Л. Егошиной (2005), содержащей оценки объемов заготовок во второй половине 1980-х гг.

Предоставленный экосистемами объем услуги оценен по запасам недревесной продукции. Примеры для грибов и брусники показаны на рис. 11.

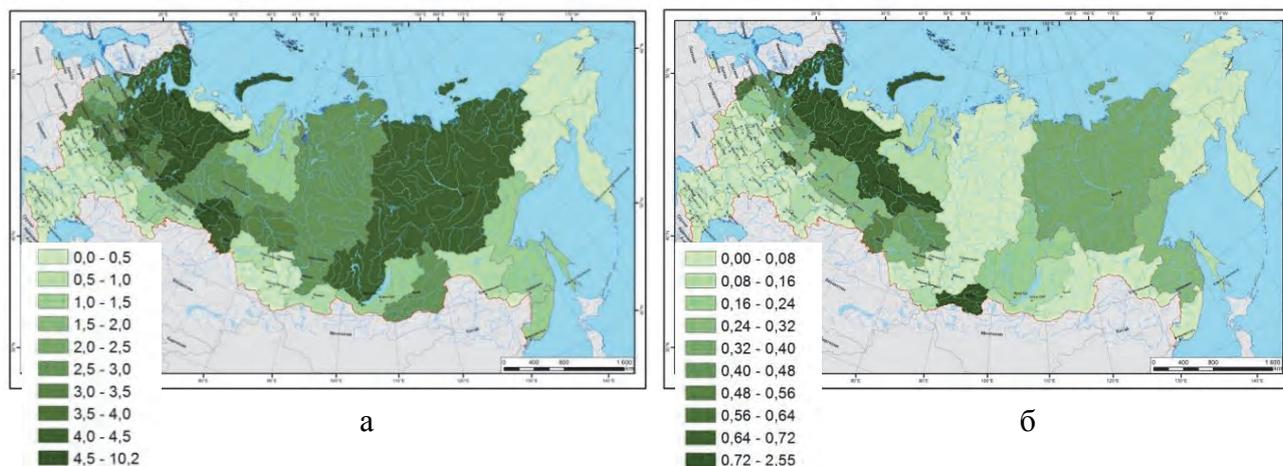


Рис. 11. Примеры предоставленного объема услуги по производству недревесной продукции: а) биологический запас съедобных грибов (кг/га); б) биологический запас ягод брусники (кг/га)

Используемый объем услуги соответствует объемам заготовок продукции. Примеры для грибов и брусники показаны на рис. 12.

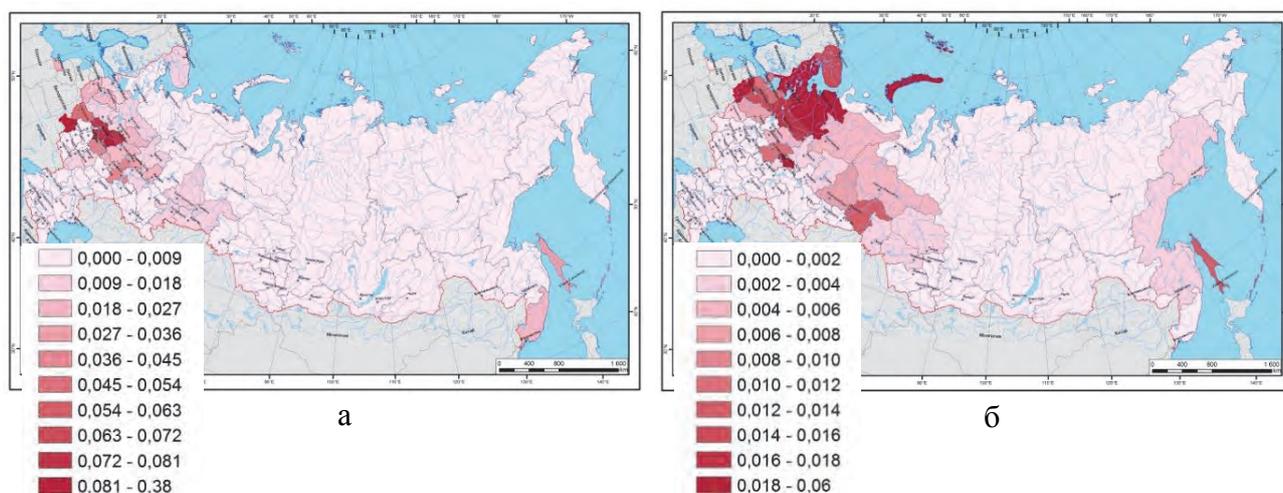


Рис. 12. Примеры используемого объема экосистемной услуги по производству недревесной продукции: а) заготовка грибов (кг/га/год); б) заготовка ягод брусники (кг/га/год)

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. Для оценки степени использования услуги применен показатель доли заготовленных биоресурсов от их биологического запаса (по весу). Как видно из рис. 13а, доля заготовленных по регионам грибов, по данным Т.Л. Егошиной (2005), не превышает 10 % от их запаса и наиболее велика в ряде регионов Центрального федерального округа и юга Сибири. Хотя очевидно, что локально этот ресурс может использоваться гораздо более интенсивно. Заготовка ягод брусники в большинстве регионов также составляет единицы процентов (рис. 13б). В наибольших объемах бруснику заготавливают в Смоленской области (23 % от биологического запаса), Камчатском крае (14 %), Магаданской и Сахалинской (9,8 %), Новгородской областях (7,5 %).

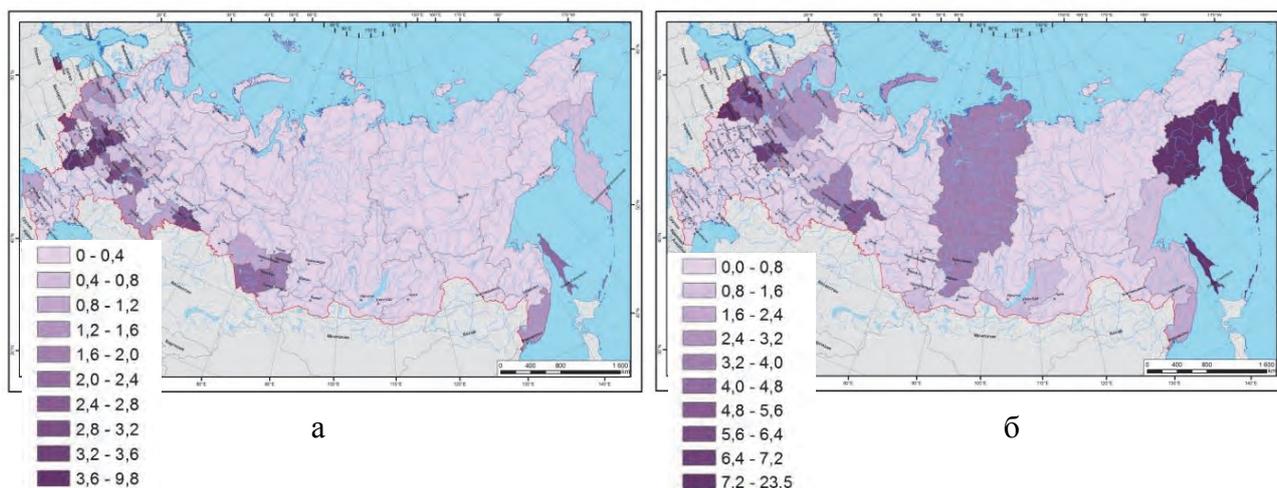


Рис. 13. Примеры показателей степени использования экосистемной услуги по производству недревесной продукции наземных экосистем:
 а) доля заготовленных грибов от их биологического запаса (%);
 б) доля заготовленных ягод брусники от их биологического запаса (%)

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

- объемы допустимого изъятия всех основных видов недревесных ресурсов, учитывающие задачи их устойчивого воспроизводства, сохранения биоразнообразия и его функций.

Для оценки *используемого* объема:

- объемы легальной заготовки недревесных ресурсов;
- объемы нелегальной заготовки недревесных ресурсов (в частности, на ООПТ).

Система мониторинга недревесных ресурсов леса в настоящее время отсутствует, поэтому в ближайшие годы можно говорить лишь о проведении оценки на основе имеющихся данных отдельных исследований и их статистических обобщений, аналогичных сводке Т.Л. Егошиной (2005), материалами которой мы воспользовались в настоящей публикации.

ПРОИЗВОДСТВО КОРМА ДЛЯ СКОТА НА ПРИРОДНЫХ ПАСТБИЩАХ

Эта экосистемная услуга важна прежде всего на локальном и региональном уровнях управления, так как обеспечивает кормовыми ресурсами сенокосов и пастбищ локальные сообщества, в том числе коренное оленеводческое население Севера.

Единая система сбора данных о продуктивности природных пастбищ и сенокосов, а также об освоении их ресурсов в Российской Федерации отсутствует. Оценка объемов этой экосистемной услуги была сделана в отношении природных пастбищ на основе преобразования ряда карт из источника «Земельные ресурсы России» (Stolbovoi, McCallum, 2002) и базы данных Росстата «Регионы России».

Предоставленный объем услуги равен количеству биомассы кормовых растений, которое ежегодно производят природные пастбища. Оценка этого показателя проведена по следующей схеме (рис. 14).

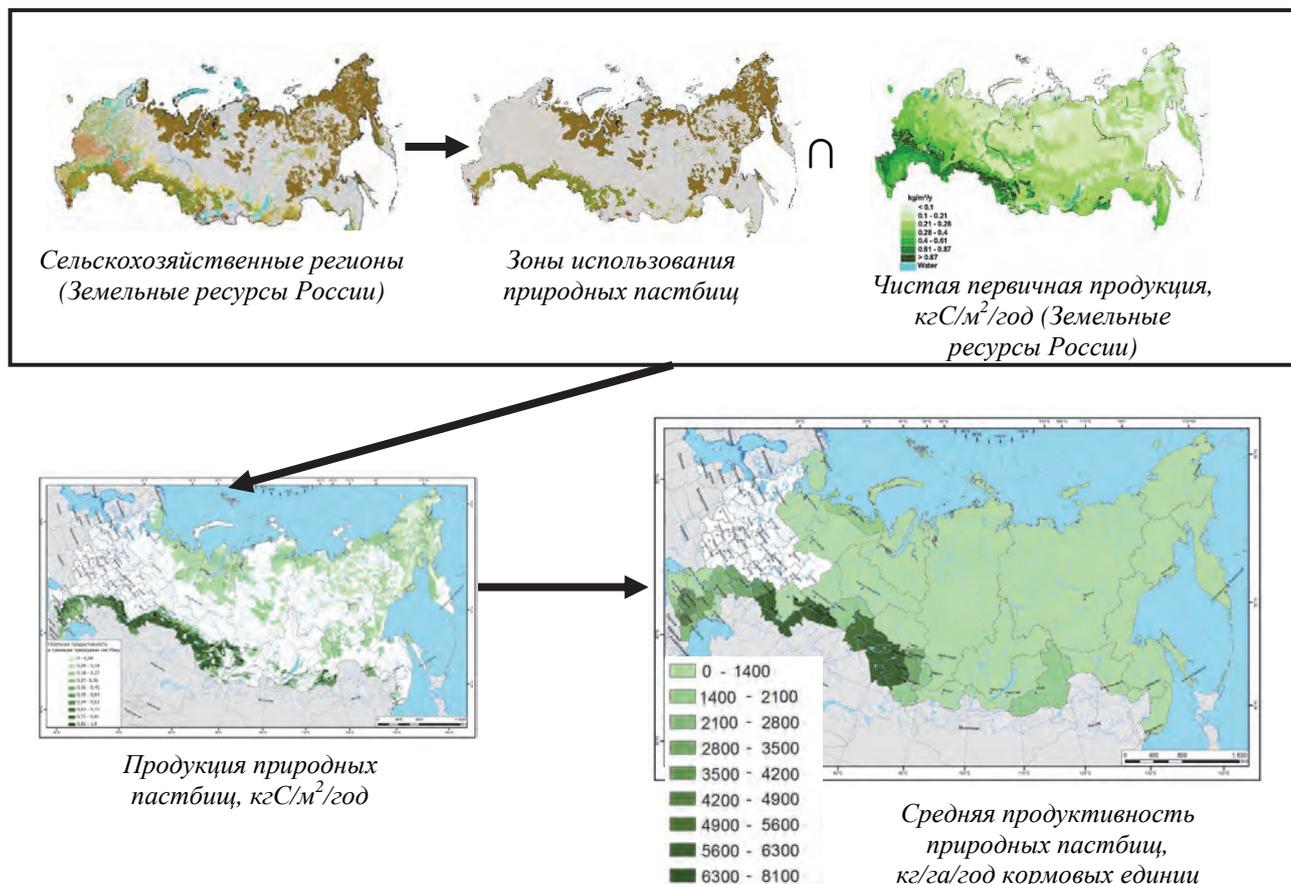


Рис. 14. Предоставленный объем услуги по производству кормов на природных пастбищах – их средняя продуктивность на единицу площади региона (кг/га/год кормовых единиц) – и схема его определения. Белый цвет на итоговой карте показывает регионы, где, по источнику «Земельные ресурсы России», скот на природных пастбищах в основном не кормится

1. По карте сельскохозяйственных регионов из источника «Земельные ресурсы России» выделены 4 зоны (оленоводства, пастбищного животноводства на равнинах, пастбищного животноводства в горах, относительно экстенсивного сельского хозяйства), которые в дальнейшем рассматривали как территории использования природных пастбищ.

2. Продукция природных пастбищ (кгС/м²/год) определена в границах их использования по карте чистой первичной продукции (кгС/м²/год) из источника «Земельные ресурсы России».

3. Определена средняя продуктивность пастбищ в границах регионов (кг/га/год кормовых единиц), учитывая, что 1 кг лугового сена составляет 0,5 кормовых единицы (Сельскохозяйственный..., 1989), а 2 кг сухой массы сена содержат около 1 кгС. Поэтому 1 кгС равен 1 кормовой единице. Таким образом, получена карта количества кормовых единиц, которые производят природные пастбища в год на 1 га площади региона, что и является оценкой объема услуги, предоставленного экосистемами.

Использованный объем услуги определяется количеством корма с природных пастбищ, которое было съедено домашним скотом. Оценка произведена по следующей схеме (рис. 15).

1. Определена численность условного скота в регионах путем суммирования поголовья крупного рогатого скота, мелкого рогатого скота и оленей из базы данных «Регионы России» со следующими коэффициентами: для КРС – 1, для МРС – 0,1, для оленей – 0,6¹.

¹ Методические указания..., 2012 (www.gks.ru/free_doc/new_site/metod/sx/metkor_y.doc).

2. Определена доля скота, который питается кормами с природных пастбищ. На основе выделенных ранее зон использования природных пастбищ, для каждого региона вычислена доля территории, на которой скот питается кормами с естественных пастбищ. Этот показатель использован в качестве косвенной оценки доли скота, питающегося природными кормами.

3. Определено количество корма, съеденного скотом с природных пастбищ, – как произведение показателей численности условного скота в регионах, доли скота, питающегося природными кормами, и нормы потребления корма одной условной головой крупного скота (29 центнеров кормовых единиц в год)¹. Таким образом, получена оценка объема используемой услуги по производству кормов на природных пастбищах.

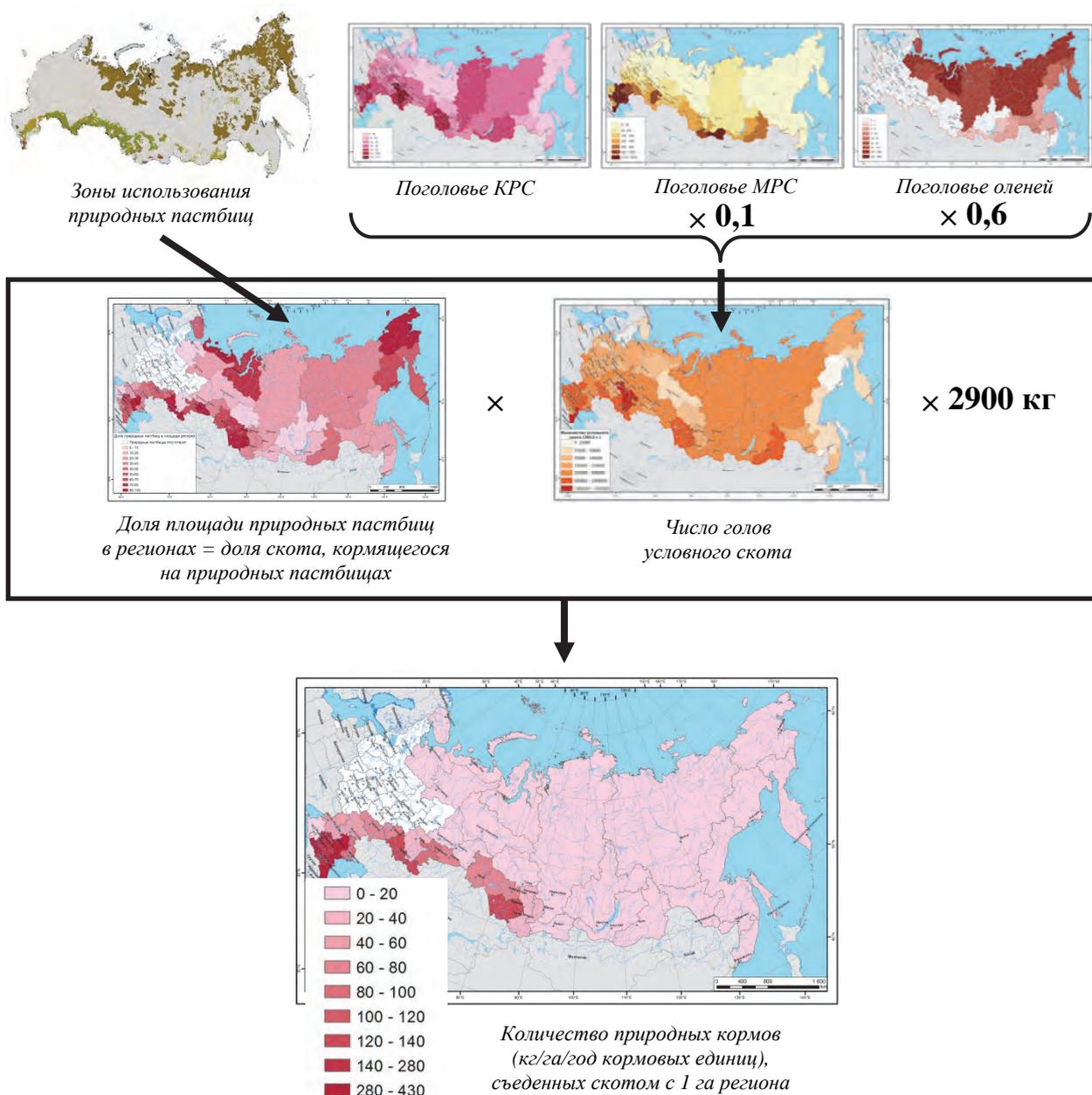


Рис. 15. Используемый объем экосистемной услуги по производству корма на природных пастбищах – количество природного корма, съеденного скотом на 1 га площади региона (кг/га/год кормовых единиц) – и схема его получения. Белый цвет на итоговой карте показывает регионы, где, по источнику «Земельные ресурсы России», скот на природных пастбищах в основном не кормится

¹ Сельское хозяйство..., 2015 (www.gks.ru/bgd/regl/b13_38/IssWWW.exe/Stg/05-11.doc).

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. Как видно из рис. 14 и 15, используемый объем услуги во много раз меньше предоставленного объема. Применение в данном случае индикатора неиспользованного объема услуги (по аналогии с услугой производства древесины) нецелесообразно, так как его распределение во многом будет повторять распределение предоставленного объема услуги. Поэтому для производства кормов на природных пастбищах в качестве индикатора степени ее использования применен показатель доли природных кормов, съеденных скотом (рис. 16). Этот показатель на большей части территории страны не превышает 4 % и только в северокавказских регионах и Калмыкии составляет от 6 до 19 %.

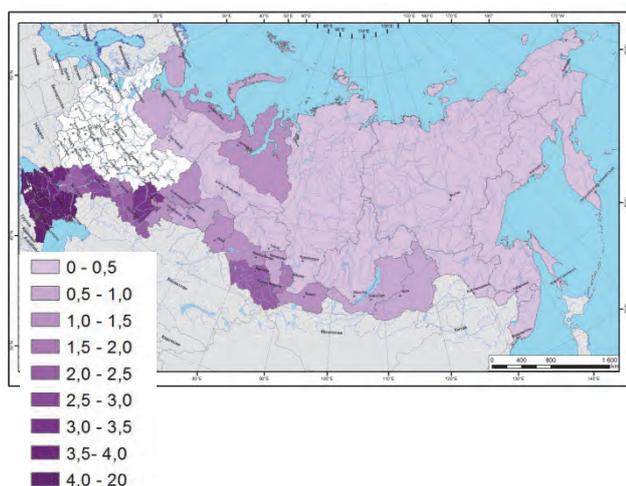


Рис. 16. Доля природных кормов, съеденных скотом (%). Белый цвет показывает регионы, где, по источнику «Земельные ресурсы России», скот на природных пастбищах в основном не кормится

Очевидно, что полученные значения неточны и лишь демонстрируют возможный методологический подход к оценке услуги. В дальнейшем для корректной оценки используемого объема услуги необходимы более точные данные о площади природных пастбищ и питании скота на них. Карта сельскохозяйственных регионов из источника «Земельные ресурсы России», которой мы воспользовались, отражает лишь преобладающий тип задействованных в сельском хозяйстве угодий в каждой зоне, выделенной авторами. В этих зонах могут присутствовать и другие типы угодий, которые занимают меньшую площадь. Поэтому не были учтены природные пастбища в тех регионах России, где преобладает зерновое хозяйство или разведение скота на фермах. Эти регионы отнесены к тем, где природных пастбищ нет (белый цвет на рис. 16), хотя очевидно, что и там определенная часть скота кормится на природных пастбищах.

В целом полученная оценка представляется существенно заниженной. Скорее всего, степень использования пастбищ в регионах черноземной и лесной зон Европейской России (которые отнесены к регионам без пастбищ) составляет по несколько процентов, а в Калмыкии и Дагестане может быть близкой к 50 %, что является верхним пределом возможного среднегогодового изъятия надземной первичной продукции.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

- площадь природных пастбищ и сенокосов в регионах (необходимо их картирование);
- данные о продуктивности природных пастбищ и сенокосов;
- объем биомассы, которая может быть изъята с пастбищ и сенокосов без ущерба для их устойчивости и экосистемных функций («емкость» пастбищ и сенокосов).

Для оценки *используемого* объема:

- поголовье скота в регионах, которое питается природными кормами;
- потребление природных кормов разными видами скота.

ПРОДУКЦИЯ ПРЭСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ, ПРЕЖДЕ ВСЕГО РЫБЫ

Пресноводные экосистемы России весьма разнообразны. В РФ более 2,6 млн рек, включая такие крупнейшие, как Волга, Обь, Енисей, Лена и Амур. Общая длина рек более 8 млн км, из них 615 тыс. км используются для рыболовства. На 200 тыс. км рек происходит размножение рыб и нагул молоди. В России более 2 млн озер с общей площадью более 350 000 км² (без Каспийского моря). Однако многие пресноводные водоемы труднодоступны и в связи с этим только 40 % из них освоены рыбным промыслом.

Большая часть водоемов испытывает разнообразное антропогенное воздействие. Экосистемы большинства крупных рек изменены различными гидротехническими сооружениями. Так, р. Волга в результате строительства каналов в последние 200 лет связана с Черным, Каспийским, Белым и Балтийским морями и имеет 9 крупных водохранилищ. Гидростроительство радикально трансформировало речные экосистемы и разнообразие, качество и объемы рыбных ресурсов. Создание водохранилищ привело к росту первичной продукции и продукции ряда промысловых видов рыб, а также расширению их нерестилищ, однако многие другие виды (например, осетровые) потеряли доступ к своим нерестилищам. Характерные для водохранилищ колебания уровня (особенно в нерестовый период) создали нестабильные условия воспроизводства рыб. Сходная ситуация, но в меньшей степени, характерна для бассейнов Оби, Енисея и Амура. Строительство каналов между бассейнами способствовало инвазиям чужеродных видов рыб и других гидробионтов.

СССР был одним из мировых лидеров по улову рыбы с общим объемом в 11,5 млн т. Однако рыбный промысел после 1991 г. имел два крупных спада. Первый (1991–1994 гг.) был связан с экономическими проблемами и распадом СССР. Второй (1997–2004 гг.) обусловлен снижением запасов и неэффективным законодательством в области рыболовства. В последнее время общие уловы РФ, в том числе в пресных водах, немного возросли. В 2011 г. суммарный вылов во всех пресных водоемах составил 178 тыс. т. Максимальные уловы (55 %) получены в реках, 29 % – в озерах и 16 % – в водохранилищах. Состав уловов рыб в последние 20 лет существенно изменился. Сильно снизились запасы ценных промысловых видов, таких, как все виды осетровых, судак, лещ, сом, налим, щука, жерех. В настоящее время большую часть российских уловов в пресных водах составляют анадромные виды.

Один из главных факторов сокращения запасов пресноводных рыб – их перелов, обусловленный нелегальным, неучтенным и нерегулируемым промыслом (ННН-промыслом). Например, ННН-промысел волго-каспийских осетровых во много раз превышает легальный. ННН-промысел других видов рыб обычно составляет от 20 до 100 % от официальных уловов. Местами значительную часть ННН-промысла составляет любительское рыболовство. Местные правила рыболовства во многих регионах России разрешают рыбакам-любителям использовать любые орудия лова, включая сети и ловушки. В этот промысел вовлечено более 15 млн человек. Многие люди в регионах используют рыбу как основной ресурс питания, что обусловлено современными экономическими проблемами (безработица, низкий уровень заработной платы).

Предоставленный объем услуги соответствует запасам рыбных ресурсов.

Используемый объем услуги соответствует вылову рыбы.

Оценить объемы услуги по продукции пресноводных экосистем для регионов России на основании общедоступной статистической информации не удалось. В сборнике «Сырьевая база российского рыболовства...» (2012) данные для пресноводных рыбных ресурсов по регионам отсутствуют (по морским ресурсам они имеются для рыбохозяйственных бассейнов). В статистических материалах за 2013 г. «Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции» Федерального агентства по рыболовству есть информация по внутренним морям России и совокупно – по категориям пресноводных водоемов (по озерам, рекам, водохранилищам, прочим пресноводным объектам, рыбоводным хозяйствам). По субъектам Федерации ее нет. В базе данных Росстата «Регионы России» в разделе «Рыболовство и рыбоводство» добыча водных биоресурсов не распределена на пресноводные и морские и представлена по федеральным округам, а не по субъектам РФ. В этом ис-

точнике имеются данные о числе предприятий и организаций и численности работников в области рыболовства (по субъектам Федерации), однако такие материалы могут быть полезны при оценке *необходимого* объема услуг. В Национальном атласе России (2004–2008) можно обнаружить информацию лишь по уловам морских рыб, но по запасам пресноводных рыбных ресурсов она отсутствует.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. При проведении более детального анализа услуга может быть оценена на основе сведений о запасах и промысловом изъятии основных видов пресноводных биоресурсов бассейновых управлений Федерального агентства по рыболовству и отраслевых научно-исследовательских организаций.

Для формирования полноценной системы оценки и мониторинга экосистемной услуги необходимы также следующие материалы:

- данные о промысловом изъятии всего спектра биоресурсов в пресных водоемах;
- достоверные сведения о ННН-промысле;
- оценка запасов биоресурсов, выполненная современными методами (гидроакустическая съемка, математическое моделирование динамики популяций объектов промысла и др.).

ОХОТНИЧЬЯ ПРОДУКЦИЯ

Охотничью продукцию (пушнина, мясо, трофеи, шкуры, перо, пух и др.) получают в результате промысловой, любительской и трофейной охоты, дичеразведения и пр., т. е. в результате ведения охотничьего хозяйства. Охота и охотничье хозяйство для России являются важной природоохранной и социально-экономической сферой и выполняют следующие основные функции (Дежкин и др., 2011): традиционный вид деятельности, длительное время занимавший видное место в экономике страны и ее промысловых регионов; использование постоянно возобновляемых биологических ресурсов; источник экономических, социальных и эстетических ценностей для граждан и государства в целом; фактор трудовой занятости и гарантия социального благополучия существенной части населения в ряде российских регионов; действенный механизм регуляции и восстановления нарушенных человеком естественных экосистемных и биосферных процессов, при условии рационального и неистощительного ведения охотничьего хозяйства; неотъемлемая часть традиционной государственной и развивающейся частной системы комплексного природопользования.

Охотничьи угодья России – наибольшие в мире (около 1,5 млрд га). Охотничьи животные (228 видов) являются неотъемлемым элементом природной среды и биологического разнообразия. В занятие любительской охотой и рыболовством в той или иной мере вовлечены десятки миллионов людей. Для сотен тысяч граждан, особенно коренных народов Севера, охотничье-рыболовный промысел – основа жизнеобеспечения и традиционного уклада. В сфере охотничьего хозяйства России постоянно или временно занято более 80 тыс. человек, а суммарный годовой торговый оборот оценивается в 80–100 млрд руб. (Стратегия развития охотничьего хозяйства..., 2014).

Объемы годовой добычи наиболее массовых охотничьих видов животных составляют десятки и сотни тысяч особей. Например, в сезон 2013/14 г. было добыто около 40 тыс. диких северных оленей, 56 тыс. кабанов, 28 тыс. лосей, 36 тыс. косуль, 14 тыс. бобров, почти 237 тыс. соболей, 167 тыс. белок, 176 тыс. лисиц, 155 тыс. зайцев-беяков, 200 тыс. зайцев-русаков. В 2014 г. на Петербургском международном пушном аукционе продавалось более полумиллиона шкурок промыслового соболя (Государственный доклад «О состоянии и об охране...», 2015).

Примеры оценки объемов данного вида экосистемных услуг сделаны на основе информационно-аналитических материалов «Состояние охотничьих ресурсов в Российской Федерации в 2008–2010 гг.» (2011).

Предоставленный объем услуги оценен на основе численности охотничье-промысловых животных. На рис. 17 приведены примеры для лося и группы копытных животных (благородный олень, лось, косуля, кабан). Очевидно, что более корректная оценка предоставленного объема

услуги – это объем допустимого изъятия промысловых животных, не подрывающий их воспроизводство в природе и не нарушающий структуру популяций. Эти уточнения должны быть внесены в будущие оценки.

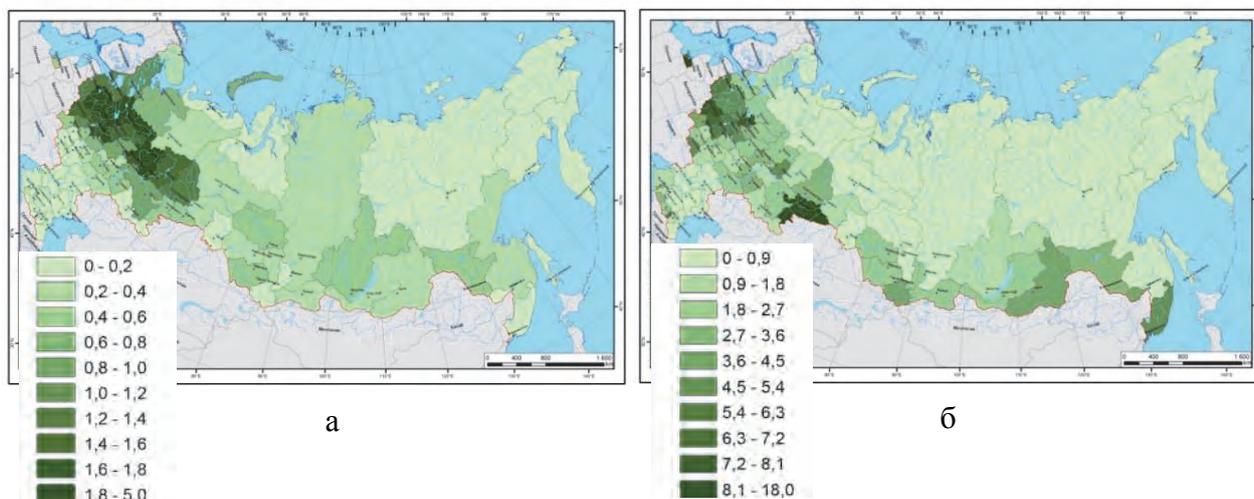


Рис. 17. Предоставленный объем экосистемной услуги по производству охотничьей продукции: а) плотность лося (особей/га); б) плотность копытных (благородный олень, лось, косуля и кабан, особей/га)

Используемый объем услуги равен добыче охотничье-промысловых животных. Примеры приведены на рис. 18.

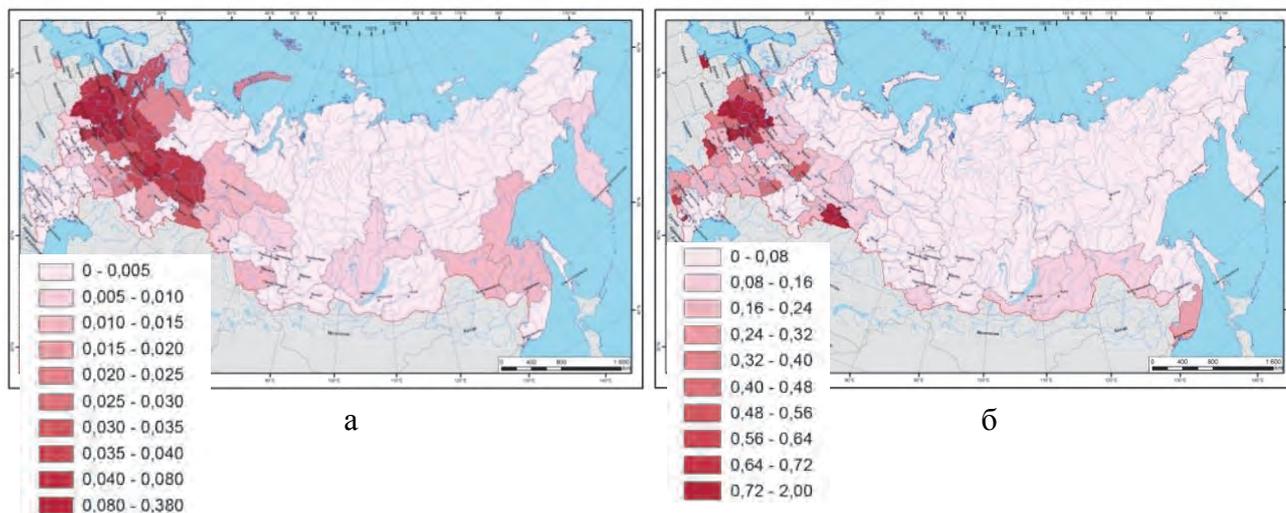


Рис. 18. Используемый объем экосистемной услуги по производству охотничьей продукции: а) добыча лося на единицу площади региона (особей/га/год); б) добыча копытных (благородный олень, лось, косуля, кабан) на единицу площади региона (особей/га/год)

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. Отсутствие данных о допустимых объемах изъятия промысловых животных, т. е. прямой оценки предоставленного объема экосистемной услуги по производству охотничьей продукции, а также отсутствие достоверной информации о масштабах ННН-промысла позволяет сделать лишь приблизительное сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. На рис. 19 показаны доли добытого поголовья лося и копытных животных (в сумме для 4 видов). Для лося этот показатель

составляет по несколько процентов (достигая 9,1 %), для группы из разных видов копытных – гораздо более высокие значения (до 30 % в регионах на юге европейской части страны), что обусловлено высокой интенсивностью промысла кабана.

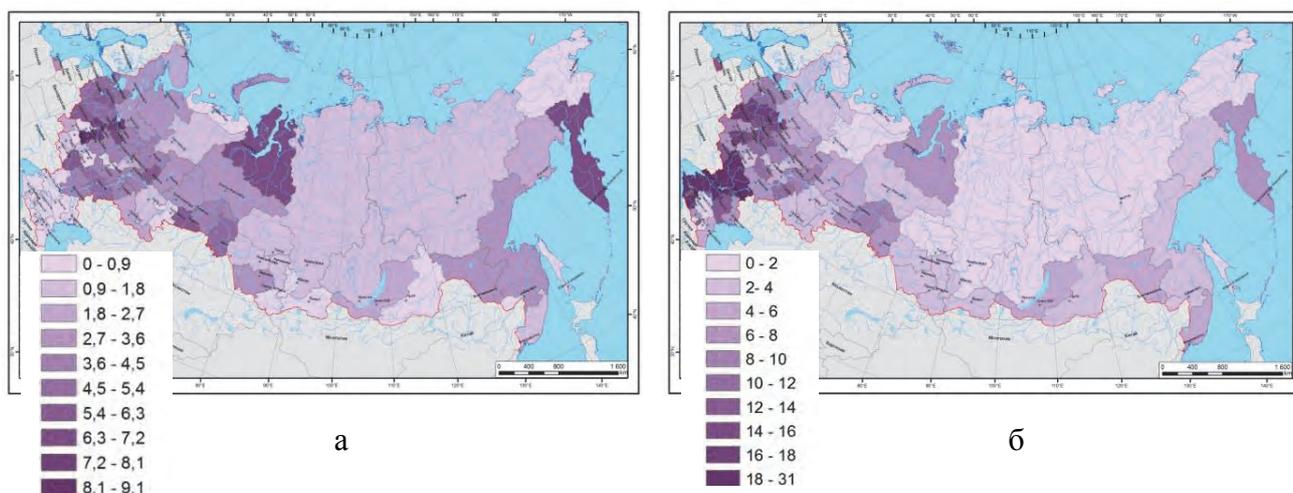


Рис. 19. Примеры сопоставления предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по производству охотничьей продукции:

- а) доля добытого лосося от его поголовья (%);
- б) доля добытых 4 видов копытных от их поголовья (%)

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

- объемы допустимого изъятия промысловых животных.

Для оценки *используемого* объема:

- объемы легального промысла;
- достоверные объемы ННН-промысла.

ПРОДУКЦИЯ МЕДА НА ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Экосистемная услуга продукции меда учитывает только ту его часть, которая была собрана на природных территориях (лугах, степях, лесах). По сути, этот мед обусловлен биомассой, которая была образована природными экосистемами и изъята из них домашними пчелами.

Предоставленный объем услуги может быть оценен как потенциальное количество меда, которое может быть получено с природных территорий. Для выяснения этого показателя необходимо знать площадь территорий, с которых собирается мед, и их потенциальную производительность в его отношении.

Используемый объем услуги – количество меда, собранного с природных территорий. В базе данных «Регионы России» имеются сведения об общем объеме заготовленного меда по регионам страны, из которого для оценки экосистемной услуги необходимо вычленить то количество меда, каковое собирается именно на природных территориях.

СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ УСЛУГИ

УСЛУГИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ КЛИМАТА И АТМОСФЕРЫ

Биогеохимические механизмы регуляции климата

Регуляция потоков парниковых газов между поверхностью Земли и атмосферой

В России отсутствует официальный полномасштабный учет баланса углерода в наземных экосистемах, исключение представляют леса, отчетность по которым формируется Росгидрометом и ежегодно представляется в органы Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Стоки парниковых газов в управляемые леса учитываются в национальных бюджетах парниковых газов в рамках РКИК и Киотского протокола. Управляемые леса в России имеют площадь около 700 млн га (около 73 % от территории всех лесов страны).

Оценки величины стока углерода в леса России, проведенные разными авторами, варьируют в пределах 100–800 МтС/год (Замолотчиков, 2012; Замолотчиков и др., 2013б; Моисеев, Филипчук, 2009; Dolman et al., 2012; и др.). Оценки годового стока углерода в управляемые леса после 2000 г. колеблются от 160 до 190 МтС/год (Национальный доклад РФ о кадастре..., 2013а).

Характеристика вклада различных типов экосистем в депонирование атмосферного углерода (табл. 9) опирается на разработки научного коллектива из International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) (Dolman et al., 2012). В цитируемой работе приводится ряд оценок, полученных на основе различных методических подходов (информационная система состояния земель, обобщение результатов измерений газообмена, модели глобальной динамики растительности, инверсионные расчеты) и дающих спектр значений стока углерода в наземные экосистемы России от 199 до 761 МтС/год. Выбор последнего показателя в качестве базового для установления предоставленного объема услуги по хранению углерода определяется пространственной детализацией источника (Dolman et al., 2012), достаточной для получения значений по субъектам РФ.

Наибольший вклад в депонирование углерода вносят леса, что связано не только с их преобладанием по площади, но и современным состоянием. В настоящее время лесной покров России в значительной степени состоит из вторичных лесов разных стадий восстановления, это

*Таблица 9. Вклад различных экосистем в депонирование углекислого газа (по Dolman et al., 2012, с упрощениями)**

<i>Тип экосистемы</i>	<i>Площадь, млн га</i>	<i>Баланс углерода, МтС в год</i>
Леса	820,9	691,9
Болота	144,6	53,4
Заброшенные пашни	29,9	46,1
Луга	24,0	28,5
Пашни и пастбища	145,8	25,0
Залежи	19,0	4,2
Прочие земли, включая воды	101,1	-11,8
Травяно-кустарниковые экосистемы	315,7	-15,0
Гари	23,7	-20,8
Лесные редины	85,1	-40,3
Всего экосистемы России	1709,8	761,2

** Положительные величины соответствуют поглощению углерода экосистемами, отрицательные – выделению.*

обуславливает их высокую активность по депонированию атмосферного углерода. Занимающие второе место по площади травяно-кустарничковые экосистемы (в основном зональные и горные тундры) являются слабым источником углерода, что связано с негативным воздействием потепления.

По другим оценкам (Замолотчиков и др., 2013б), сток углерода в леса России в начале 1990-х годов составлял около 50 МтС в год, к середине 1990-х годов он возрос до 250 МтС в год, с некоторыми вариациями продержался на этом уровне до 2005 г., после чего стал уменьшаться. Эта тенденция задается динамикой лесозаготовок, резко (почти в 3 раза) упавших в период социально-экономических реформ. Спады депонирования углерода лесами в 1998 и 2003 гг. объясняются высоким уровнем лесных пожаров в азиатской части страны. Существенное расхождение этих оценок стока углерода в леса России с табл. 9 связано с различием в методических подходах, что показывает необходимость их уточнения и выбора единой основы для оценки и мониторинга данной экосистемной услуги.

Заметный сток углерода осуществляется болотами. Многие из болотных экосистем еще не завершили свой долгий сукцессионный путь после ближайшего оледенения. Современный сток атмосферного углерода в торфяные болота, по разным оценкам, составляет 37,6–53,4 МтС/год (Dolman et al., 2012; Инишева и др., 2013).

В расчете на единицу площади наиболее активно углерод поглощают заброшенные пашни. Масштабный отказ от возделки полей в нечерноземной зоне Европейской России происходил на протяжении 1990-х годов в период социально-экономических реформ. Экосистемы, восстанавливающиеся на месте выбывших из сельскохозяйственного оборота земель, ныне поглощают 43 МтС в год (Kurganova et al., 2014).

Суммарный среднемноголетний потенциал стока углерода с долговременной фиксацией в степных экосистемах оценивается в 75 МтС/год (Смелянский, 2012). Следует отметить, что продуктивность степных экосистем может варьировать более чем в 10 раз в зависимости от степени увлажнения и прочих климатических факторов. Поэтому их углеродная функция тоже сильно различается.

Предоставленный объем услуги по регулированию потоков парниковых газов оценен на основе данных о балансе углерода согласно информационной системе IIASA (Dolman et al., 2012; Швиденко, Щепаченко, 2014). Объемы ежегодного поглощения или выделения углерода для регионов показаны на рис. 20а.

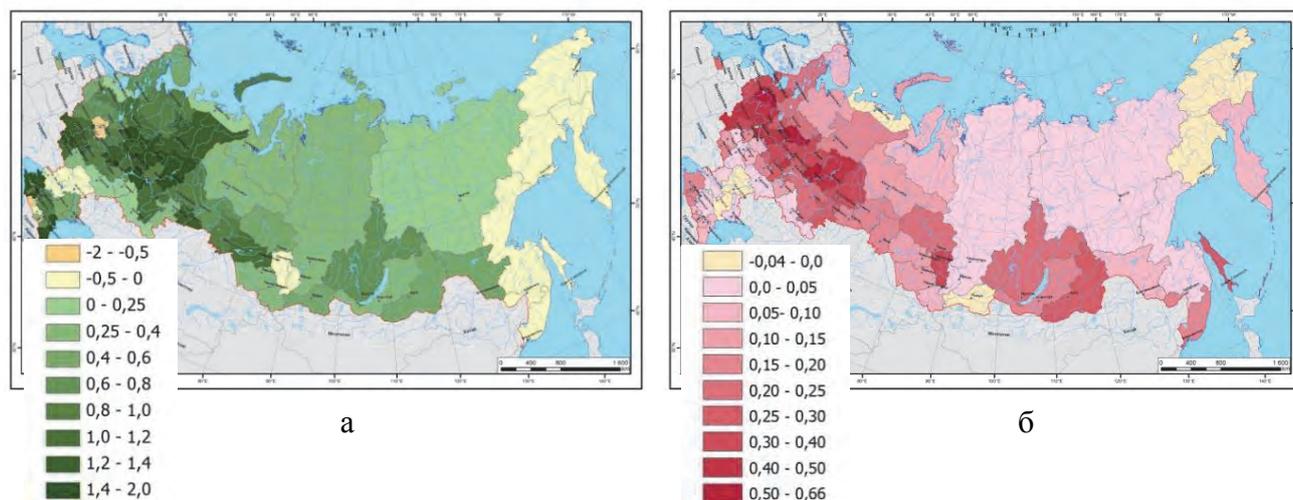


Рис. 20. Предоставленный и используемый объемы экосистемной услуги по регулированию потоков парниковых газов, т. е. поглощение или выделение углерода (тС/га/год): а) в наземных экосистемах на единицу площади региона; б) на 1 га управляемых лесов (положительные величины соответствуют поглощению углерода, отрицательные – выделению)

Используемый объем услуги оценен в соответствии с современной международной практикой. Показатель определяется объемами CO_2 , поглощенного лесами в результате целенаправленного управления ими человеком. Эти объемы затем могут быть использованы на углеродных рынках. Россия не имеет обязательств во втором периоде Киотского протокола и не участвует в международных углеродных рынках, таких, как торговля эмиссиями или совместные углеродные проекты. Национальный углеродный рынок также не развит. С другой стороны, ответственность за поддержание стоков углерода в управляемых экосистемах включена в Рамочную конвенцию ООН об изменении климата. Российский доклад по инвентаризации парниковых газов (Национальный доклад РФ о кадастре..., 2013а) включает оценки углеродного бюджета в управляемых лесах на территории 600 млн га. Приложение к докладу (Национальный доклад РФ о кадастре..., 2013б) содержит данные о балансе углерода в управляемых лесах России, которые можно считать объемом используемых «углеродных услуг», так как Россия официально декларирует наличие в этой категории лесов управления в соответствии с целями РКИК (рис. 20б).

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. Степень использования данной экосистемной услуги оценена показателем доли регионального баланса углерода, учтенной в управляемых лесах (рис. 21).

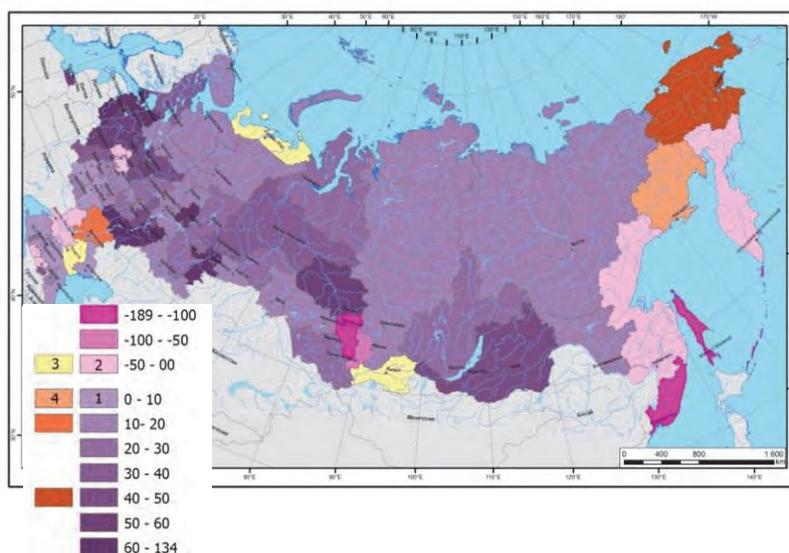


Рис. 21. Степень использования экосистемной услуги по регулированию потоков CO_2 – доля регионального баланса углерода, учтенная в управляемых лесах:

- 1 (фиолетовая гамма) – баланс в наземных экосистемах и управляемых лесах положительный;
- 2 (розовая гамма) – баланс в наземных экосистемах отрицательный, в управляемых лесах – положительный;
- 3 (желтый цвет) – баланс в наземных экосистемах положительный, в управляемых лесах – отрицательный;
- 4 (оранжевая гамма) – баланс в наземных экосистемах и управляемых лесах отрицательный

Полученная оценка делит регионы на 4 группы в зависимости от знака баланса углерода во всех наземных экосистемах и в управляемых лесах:

1 (фиолетовая гамма на рис. 21) – баланс углерода и в наземных экосистемах, и в управляемых лесах положительный, т. е. в обоих случаях происходит поглощение углерода. В эту группу входит большинство регионов России. Наиболее темный цвет соответствует регионам, где большая часть баланса учтена в управляемых лесах (в Ленинградской области показатель баланса для управляемых лесов превышает таковой для всех наземных экосистем, что, скорее всего, объясняется разными методами оценок).

2 (розовая гамма на рис. 21) – баланс в наземных экосистемах отрицательный (они выделяют углерод), а баланс управляемых лесов – положительный (они поглощают углерод). Наиболее яркий цвет (Сахалин, Приморье, Кемеровская область) соответствует случаям, когда объем поглощаемого управляемыми лесами углерода превышает объем углерода, выделяемого всеми наземными экосистемами;

3 (желтый цвет на рис. 21) – баланс углерода в наземных экосистемах положительный (они поглощают углерод), а баланс в управляемых лесах – отрицательный (они выделяют углерод). В эту группу входят Калмыкия, Тыва, Ненецкий автономный округ;

4 (оранжевая гамма на рис. 21) – баланс углерода и в наземных экосистемах, и в управляемых лесах отрицательный. В этой группе находятся Чукотка, Магаданская и Волгоградская области.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

- объемы поглощения и выделения CO₂ наземными экосистемами;
- объемы поглощения и выделения метана и других парниковых газов.

Хранение запасов углерода, накопленных природными экосистемами

Запасы углерода в живой и мертвой органике лесов составляют 49,4 ГтС (динамика площади покрытых лесом земель показана в табл. 8)¹.

Торфяные болота в России занимают площадь более 140 млн га и являются наиболее значимым на суше долговременным накопителем углерода. Его общий запас, депонированный в торфяных болотах России, составляет 100,9–154,6 ГтС (Вомперский и др., 1999; Efremov et al., 1998; Joosten, 2009; Stolbovoi, 2002).

Степи, иные травяные экосистемы и их антропогенные модификации (включая залежи) на черноземных и темно-каштановых почвах занимают в России более 220 млн га (Rozhkov et al., 1996). Площадь сохранившихся степных экосистем оценивается около 500 тыс. га, а их суммарный запас углерода (включая все формы органического и неорганического углерода почв) – в 35 ГтС (Смелянский, 2012). Особенность его депонирования в степных экосистемах – долговременность запасания и высокая надежность связывания, поскольку основная часть углерода сохраняется в почве, где его подвижность невелика и возможность эмиссии в ненарушенных степных экосистемах минимальна. В частности, степные пожары не приводят к значительным потерям депонированного углерода (Степные пожары..., 2015), что резко отличается от ситуации с пожарами в лесах и верховых болотах. Значительная эмиссия в степных экосистемах происходит только в случае антропогенных нарушений почвенного покрова – прежде всего вследствие распашки. Сохранение существующих степных экосистем от распашки уже само по себе обеспечивает фиксацию углерода из атмосферы в количестве около 1,5 т/га ежегодно и долгосрочное (многовековое) сохранение углерода – около 700 тС/га (Смелянский, 2012).

Площадь тундр Российской Федерации составляет 280 млн га (16 % территории страны). Запасы углерода в почвенном слое разных вариантов тундр варьируют в пределах 100–200 тС/га, а суммарный его запас в почвах тундр России оценивается в 28,6 ГтС (Пятый национальный доклад..., 2015).

Предоставленный объем услуги по хранению запасов углерода оценен на основе источника «Земельные ресурсы России». На основании суммирования данных о запасах углерода в фитомассе и почве получена карта общих запасов углерода в регионах (рис. 22).

¹ По данным государственного лесного реестра (ГЛР) на начало 2011 г., общая площадь земель России, занятая лесами, составила 1183,3 млн га, в том числе площадь земель лесного фонда – 1144,1 млн га. В состав земель лесного фонда не вошли леса на землях обороны и безопасности, населенных пунктов – 6,2 млн га, особо охраняемых территорий и объектов – 26,2 млн га, а также леса на землях иных категорий – 6,8 млн га. Вся лесопокрытая площадь земель лесного фонда России составляет на это время 797,1 млн га.

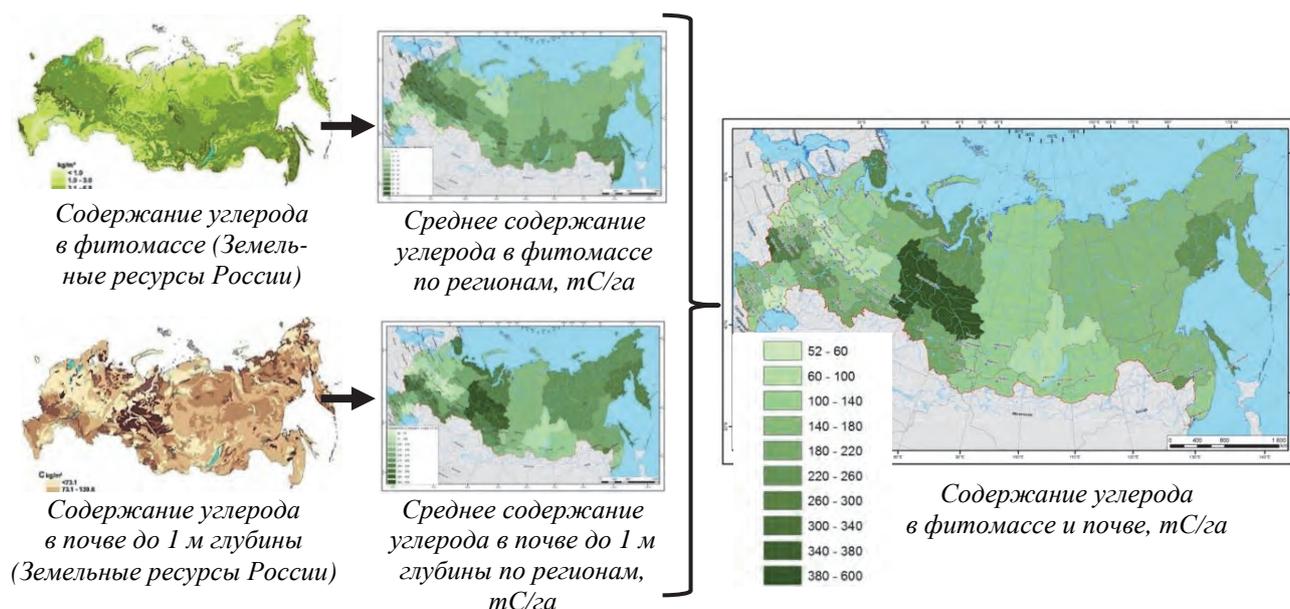


Рис. 22. Предоставленный объем экосистемной услуги по хранению запасов углерода: содержание углерода в фитомассе и почве (тС/га) и схема его получения

Используемый объем услуги по хранению запасов углерода оценен аналогично услуге по регуляции потоков CO_2 , т. е. на основе данных о запасах углерода в управляемых лесах России. Приложение к Национальному докладу РФ о кадастре антропогенных выбросов... (20136) содержит данные о содержании углерода в живой фитомассе, мертвой древесине, подстилке и 30-сантиметровом слое почвы в управляемых лесах по регионам России. Это количество углерода можно считать объемом используемых «углеродных услуг», так как Россия официально декларирует наличие в этой категории лесов управления в соответствии с целями РКИК.

Распределение объемов используемой экосистемной услуги по регионам показано на рис. 23. Ряд северных (например, Ненецкий АО) и южных (Астраханская, Волгоградская области и др.) регионов имеют очень низкие показатели. Они расположены в тундровой и степной зонах, где имеются большие запасы углерода в почвах, но отсутствует управление экосистемами в целях поддержания «углеродных услуг». Это ведет к сильным различиям в пространственном распределении предоставленного и используемого объемов услуги по хранению углерода. Очевидно, что для реализации РКИК в России необходимы меры по сохранению и восстановлению тундровых, степных и болотных экосистем, сохраняющих большие запасы углерода.

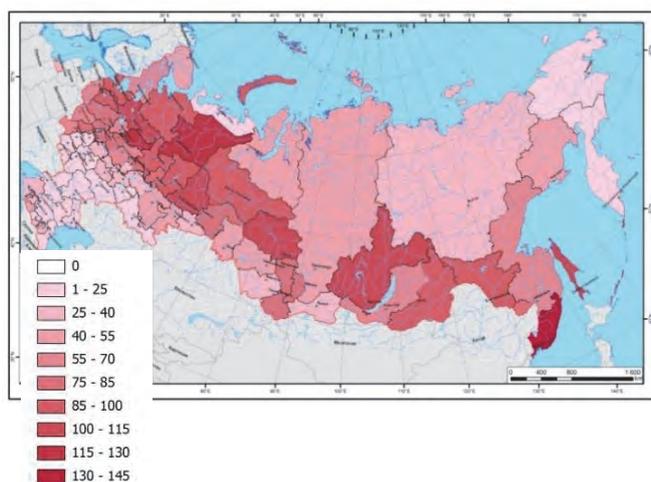


Рис. 23. Используемый объем экосистемной услуги по хранению запасов углерода: запасы углерода в управляемых лесах (тС/га)

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. Степень использования экосистемной услуги оценена показателем доли регионального запаса углерода, учтенной в управляемых лесах (рис. 24).

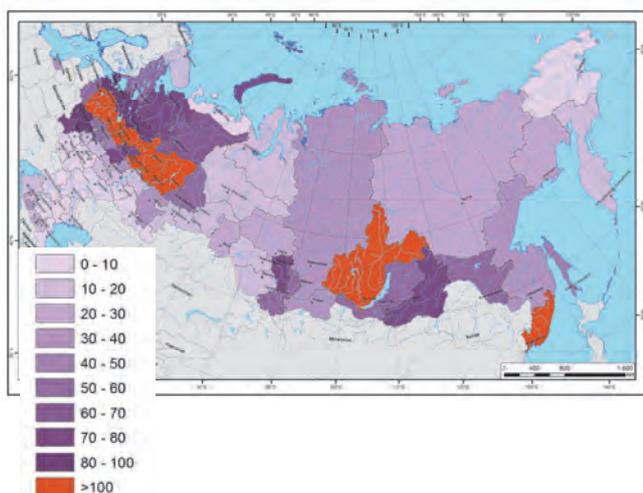


Рис. 24. Степень использования экосистемной услуги по хранению запасов углерода: доля регионального запаса углерода (%), учтенная в управляемых лесах

Индикатор показывает, что наиболее полно услуга используется в ряде лесных регионов, где существенная доля запаса углерода сосредоточена в управляемых лесах (Ярославская, Кировская, Иркутская области, Приморский край). В некоторых из них, по данным Национального доклада РФ о кадастре антропогенных выбросов... (2013б), запас углерода в управляемых лесах даже превышает его суммарные запасы, вычисленные по источнику «Земельные ресурсы России» (значения, превышающие 100 % на рис. 24). В то же время в северных и степных регионах европейской части страны, а также в Западно-Сибирской низменности, обладающих большими запасами углерода в почвах и торфе, услуга по его хранению используется крайне слабо (менее 20 %), так как нелесные экосистемы не являются объектами климаторегулирующего управления.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

– запасы углерода в наземных экосистемах, включая почвы.

Для более адекватного *использования* данной услуги необходимо применение климаторегулирующего менеджмента не только в управляемых лесах, но и в других типах экосистем, в которых сохраняются существенные запасы углерода (тундры, болота, степи).

Биогеофизические механизмы регуляции климата

Из-за отсутствия необходимых данных и методологических проблем в Прототипе национального доклада только поставлена задача оценки этой группы услуг, к которой относятся: регуляция потоков энергии между поверхностью Земли и атмосферой (альbedo, тепловые потоки, скорость ветра); снижение силы ветра и ущерба от ураганов и штормов растительностью; регуляция потоков влаги между поверхностью и атмосферой (формирование облаков, влияние на количество осадков). Биогеофизические климаторегулирующие функции экосистем оказывают существенное влияние как на региональный, так и на глобальный климат, однако уровень научного понимания этих процессов, как отмечает Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), очень низок.

Глобальное значение биогеофизических климаторегулирующих функций российских экосистем определяется большой площадью страны, длинной береговой линией, северным расположением – в зоне устойчивого снегового покрова. Изменения альbedo поверхности наиболее велики в регионах с длительным снежным периодом и зависят от характера растительных сообществ (древесная и кустарниковая растительность существенно уменьшает альbedo, увели-

чивая региональные температуры, особенно весной). Климатические или масштабные антропогенные преобразования экосистем значительно изменяют радиационный режим обширных территорий и их влияние на климат, которое еще больше усиливается, если регион примыкает к океану. Здесь весомым дополнительным фактором являются колебания размеров площади арктического льда, приводящие к изменению альбедо на прилежащих к суше акваториях океана. Именно такие условия характерны для российской Арктики, что делает ее влияние на континентальный и глобальный климат чрезвычайно сильным.

Очистка воздуха растительностью

Экосистемная функция очистки воздуха растительностью имеет локально-региональный характер. Она «работает» прежде всего в населенных пунктах и промышленных зонах, а также в их окрестностях, обеспечивая людей чистым воздухом. Эта функция важна и для предотвращения загрязнения сельскохозяйственных полей и территорий водосборов в промышленных регионах. На данном этапе исследований услуга оценена лишь в части улавливания пригородными лесами загрязняющих веществ от стационарных источников, поскольку сведения по другим видам загрязнений отсутствуют в базе данных Росстата «Регионы России», использованной в нашем анализе.

Предоставленный объем услуги оценен как максимальное количество загрязнений, которое может уловить растительность. Наиболее эффективно воздух очищают лесные насаждения, поэтому в нашем исследовании объем предоставленной услуги оценивается, исходя из их площади. Поскольку в воздухе загрязнение наиболее интенсивно распространяется на первые километры от его источника (Кравцова и др., 2014; Лобанова, 2009), в оценку в качестве примера включены лесонасаждения в зоне 5 км от городов.

Оценку проводили по следующей схеме.

1. Определена площадь лесов в 5-километровой зоне вокруг городов. По карте наземных экосистем России (Барталев и др., 2004) выделили городские территории (рис. 25а), а по данным Всероссийской переписи населения 2010 года¹ выбрали все населенные пункты с населением более 100 тыс. человек (более 150 городов). Их границы были уточнены. Затем вокруг городов построили 5-километровые пригородные зоны (рис. 25б) и вычислили суммарную площадь лесов в них для каждого субъекта РФ (рис. 25в).

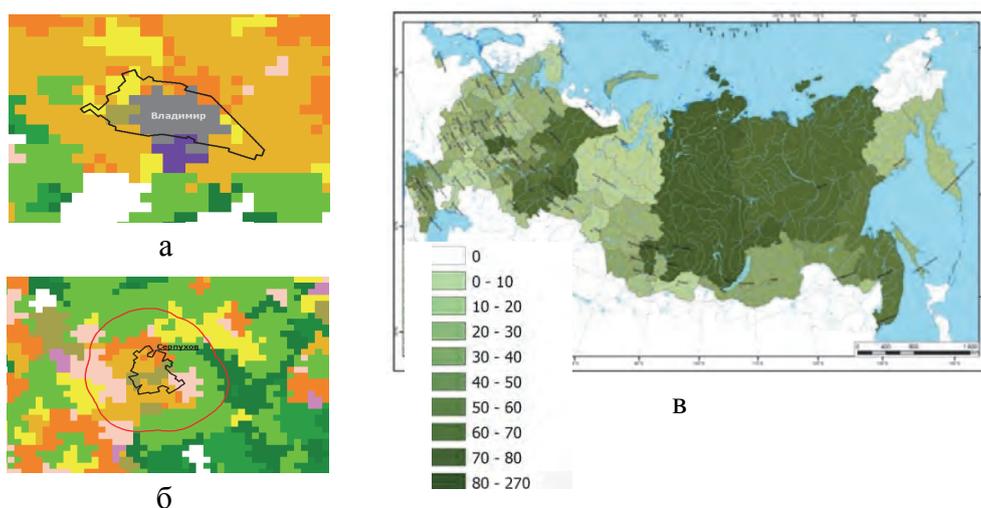


Рис. 25. Площадь лесов в пригородных 5-километровых зонах по регионам РФ (тыс. га) и метод ее подсчета

¹ www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm

2. Определено максимальное количество токсичных газов, которое может быть уловлено пригородными лесами. Имеющиеся данные о количествах газообразных соединений серы, азота, хлора, фтора, которые могут быть поглощены древесной растительностью на сильно загрязненных городских и промышленных территориях в течение вегетационного периода без критического вреда для деревьев, показывают, что порядок величин составляет десятки (Кулагин, 1974; Тарабрин и др., 1984; Чернышенко, 2001) или сотни килограммов, не превышая 1000 кг на 1 га (Артамонов, 1986; Лесная энциклопедия, 1985). Причем одновременное действие на деревья сразу нескольких токсичных газов снижает их газоустойчивость и газопоглотительную способность. На этом основании в качестве максимального объема всей совокупности токсичных газов, который может быть поглощен растительностью, было принято значение 1 т/га в год. С использованием этого показателя определено максимальное количество токсичных газов, которое могут поглотить пригородные леса в регионах (рис. 26).

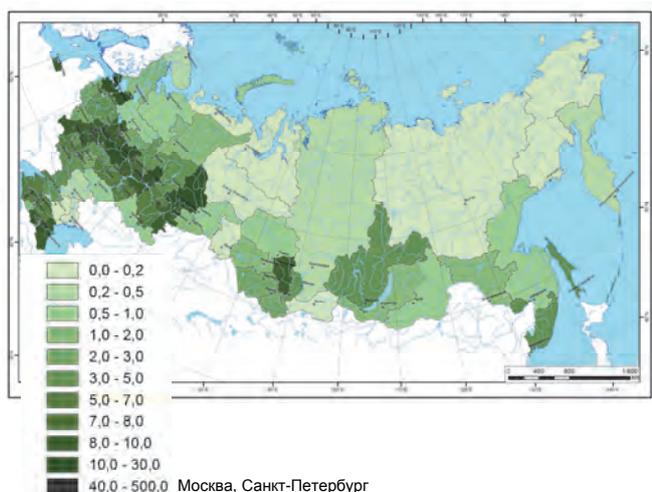


Рис. 26. Объем предоставленной лесами услуги по очистке воздуха: максимальное количество токсичных газов, которое может быть уловлено пригородными лесами в пересчете на единицу площади региона (кг/га/год)

Необходимый объем услуги на данном этапе исследований определен по базе данных «Регионы России» – как количество выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников (рис. 27). В дальнейшем этот показатель должен быть более точно рассчитан как разница между реальными уровнями загрязнения и ПДК основных загрязнителей.

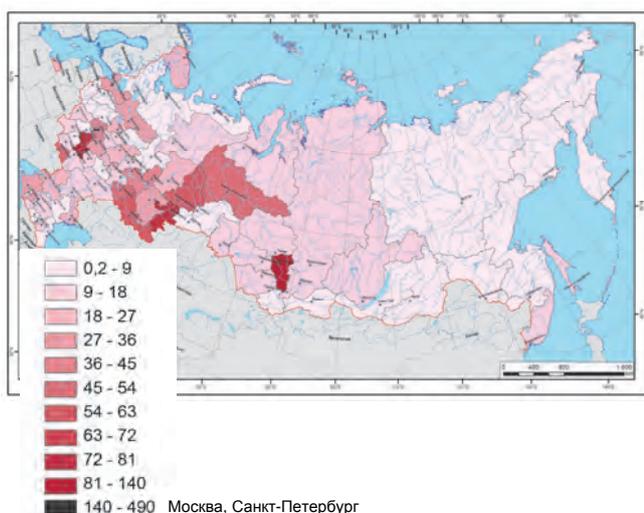


Рис. 27. Необходимый объем экосистемной услуги по очистке воздуха: количество выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на единицу площади региона (кг/га/год)

Используемый объем услуги должен оцениваться как количество загрязняющих веществ, которое улавливают пригородные леса с учетом региональных (а в оптимальном варианте – локальных) условий: реальных уровней загрязнения, породного и возрастного состава деревьев, рельефа, климата и пр. Наиболее точная оценка может быть сделана на основании прямых изме-

рений поглощения загрязнений лесонасаждениями. Поскольку поиск таких данных не входил в задачи проекта, нами использован средний показатель, полученный для городских парков США и Европы, равный 0,1 т/га/год (Novak et al., 2006; Varo et al., 2014) (рис. 28). Как видно, он в 10 раз меньше максимальной газопоглотительной способности древесных насаждений (см. рис. 26).

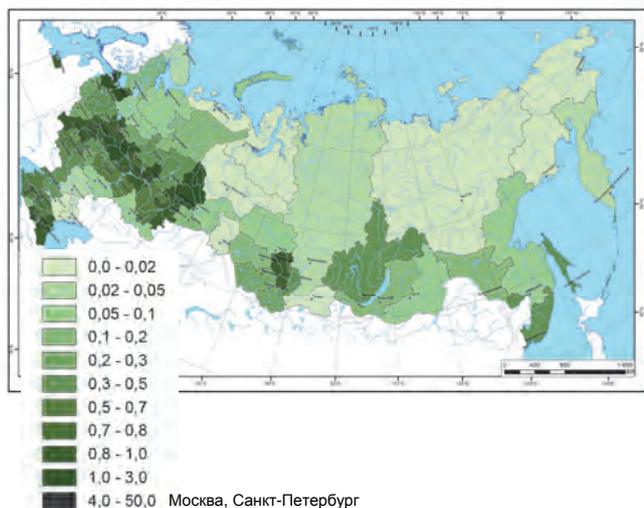


Рис. 28. Используемый объем экосистемной услуги по очистке воздуха: количество загрязняющих веществ, поглощенных пригородными лесами в пересчете на единицу площади региона (кг/га/год)

Сопоставление предоставленного, необходимого и используемого объемов услуги.

Индикатор степени удовлетворения необходимости в услуге ($V_{\text{используемый}} / V_{\text{необходимый}} \times 100\%$), т. е. доля региональных выбросов загрязняющих веществ, поглощенных пригородными лесами, показывает, что ни в одном регионе загрязнения не поглощаются полностью (рис. 29а). В большинстве из них поглощается менее 10% выбросов (светло-фиолетовые цвета на рис. 29а), и только в нескольких, где много пригородных лесов, но количество выбросов невелико, – от 10 до 58% (темно-фиолетовые цвета).

Индикатор степени обеспеченности услугой ($V_{\text{предоставленный}} / V_{\text{необходимый}} \times 100\%$), т. е. максимальная доля выбросов, которая может быть уловлена, показывает, что полностью или с некоторым избытком услугой обеспечены лишь несколько регионов, в которых максимальная газопоглотительная способность пригородных лесов превышает объемы выбросов (зеленая гамма на рис. 29б, 29в). В большинстве регионов даже такой максимальной способности недостаточно для обезвреживания выбросов, многие из них обеспечены ею менее чем на 50% (светлые фиолетовые цвета на рис. 29б). Поэтому в них в любом случае останется существенное количество непоглощенных загрязняющих веществ ($V_{\text{необходимый}} - V_{\text{предоставленный}}$, красная гамма на рис. 29в). Более всего – в регионах с большими объемами загрязняющих выбросов.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* и *используемого* объемов:

- количество токсичных газов, аэрозолей и пыли, поглощаемых разными типами растительности с учетом региональных (для более точной оценки – локальных) условий, а для лесов – еще и с учетом их породного и возрастного состава;
- количество токсичных газов, аэрозолей и пыли, поглощаемых разными типами почв с учетом региональных (а для более точной оценки – локальных) условий;
- площадь разных типов растительности в пригородных зонах, а для лесов – еще и их породный и возрастной состав с учетом площади лесов поселений по данным государственного лесного реестра (рис. 30);
- соответствие загрязняющих веществ в показателях поглощения растениями (почвами) и в показателях учитываемых выбросов.

Для оценки *необходимого* объема:

- количество выбросов токсичных газов, аэрозолей и пыли от стационарных источников, дальность распространения разных видов выбросов от их источников;
- количество выбросов токсичных газов, аэрозолей и пыли от транспорта, дальность распространения разных видов выбросов от их источников.

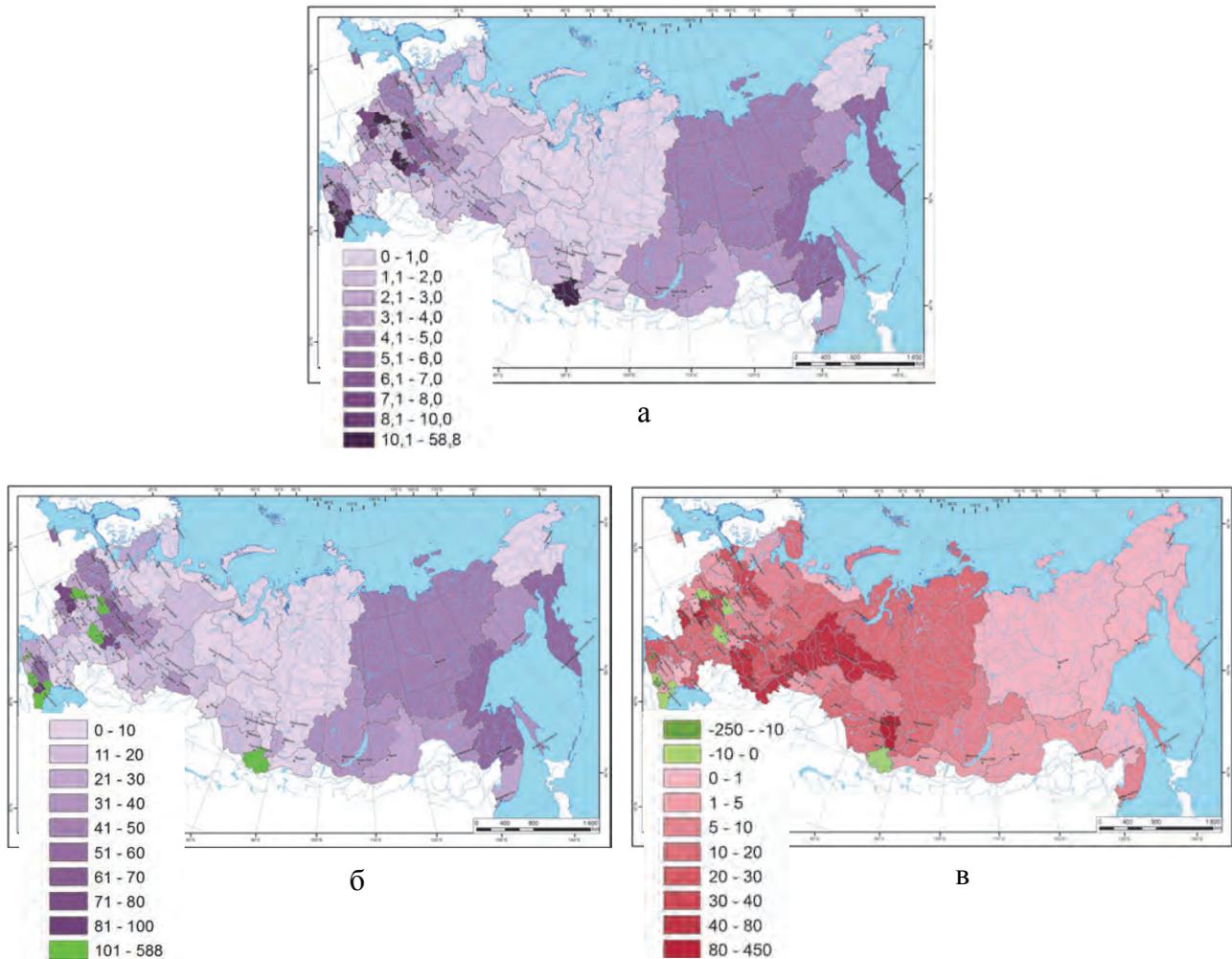


Рис. 29. Степень удовлетворения необходимости в экосистемной услуге по очистке воздуха и обеспеченности таковою: а) доля выбросов загрязняющих веществ, поглощенная пригородными лесами (%), б) максимальная доля выбросов, которая может быть уловлена пригородными лесами (%); в) остаток выбросов, который не может быть уловлен лесами, на единицу площади региона (кг/га/год). Зеленым цветом (рисунки «б» и «в») показаны регионы, где все выбросы потенциально могут быть поглощены пригородными лесами

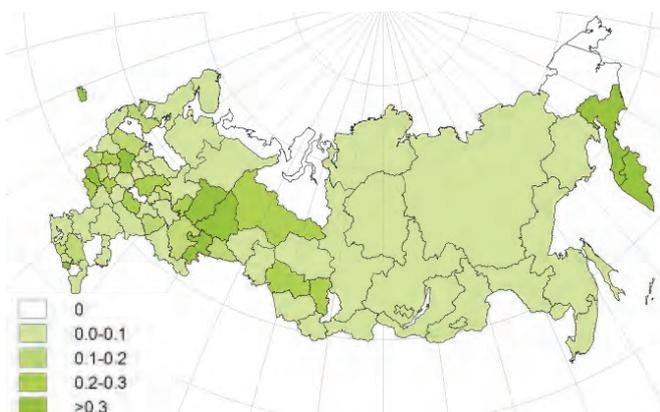


Рис. 30. Площадь лесов поселений по данным государственного лесного реестра (% от площади региона)

УСЛУГИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ ГИДРОСФЕРЫ

Экосистемные услуги по регулированию гидросферы включают по крайней мере четыре основных компонента:

- а) водоохранные (водосберегающие) услуги, т. е. регуляция объема стока воды;
- б) водорегулирующие услуги, т. е. снижение *вариабельности стока*, в том числе интенсивности наводнений и паводков и причиняемого ими ущерба;
- в) обеспечение качества воды наземными экосистемами, т. е. очистка стока от различных загрязнений;
- г) *самоочищение воды в водных экосистемах*, включая ее разбавление и обезвреживание загрязнителей.

Водоохранные и водорегулирующие услуги

Водный баланс территории (водосборного бассейна) складывается из приходной части (атмосферные осадки, приток подземных вод из других бассейнов) и расходной (физическое испарение с поверхности растительности, почвы и водоемов, биологическое испарение, поверхностный и внутрипочвенный стоки, подземный сток, в том числе в другие бассейны). Растительность оказывает существенное влияние на большинство элементов водного баланса, а наиболее сильное – лесные и болотные экосистемы.

Масштаб действия водоохранных и водорегулирующих услуг – бассейновый (см. раздел «Масштабы экосистемных услуг»), при этом необходимо учитывать направление стока: например, экосистемы в верхнем течении реки обеспечивают услугами регионы, которые находятся в нижнем течении.

Многолетние исследования влияния леса на характеристики стока привели к формированию понятия «оптимальной лесистости», соответствующей такому диапазону ее значений, в котором изменения степени облесенности территории существенно влияют на характеристики стока, т. е. в этом диапазоне лесистость является важным фактором влияния на сток. Существуют разные концепции оптимальной лесистости. Одна из них предполагает линейную связь степени облесенности с водорегулирующими и водоохранными функциями леса (Рахманов, 1971, 1975). В соответствии с этой концепцией, оптимальна 100 % лесистость, так как при этом полезные функции леса максимальны. Другая концепция предполагает их нелинейную зависимость от степени облесенности, т. е. существование некоторого верхнего предела лесистости, ниже которого ее увеличение способствует росту водоохранных и водорегулирующих функций, а выше – их прирост ослабевает (Михович, 1981).

Водоохранные услуги леса обусловлены его влиянием на объем суммарного годового стока и количество осадков. Лес может способствовать росту стока благодаря регулированию процессов фильтрации воды и перераспределения стока, усилению снегонакопления за счет сокращения метелевого переноса снега (особенно в лесостепных и степных регионах) и его более медленному таянию, а также увеличению количества осадков из-за роста шероховатости поверхности, усиления восходящих потоков воздуха, интенсификации формирования облачности и горизонтальных конденсационных осадков (роса, изморозь и т. п.).

Влияние лесов на сток и обилие осадков часто оценивают по увеличению их годового объема на каждые 10 % прироста лесистости. Эти показатели различны в разных регионах. Так, количество годовых осадков в европейской части России возрастает на 8–10 мм, а в Западной Сибири, благодаря более интенсивной задержке снега лесами, – на 12–13 мм на каждые 10 % прироста лесистости (Воронков, 1988). Другие исследования показали, что абсолютное приращение осадков на каждые 10 % роста лесистости по обе стороны Урала одинаково (8–13 мм), но в процентном отношении в Западной Сибири оно в 2 раза больше (Лебедев, 1964; Рахманов, 1962). Считается, что в лесных регионах большую роль играют горизонтальные конденсационные осадки (туман, роса, изморозь и т. п.). Прирост их доли в равнинных лесах, по сравнению с без-

лесными территориями, оценивается в 10–15 % (Рахманов, 1971). Авторы более поздних работ считают, что прирост конденсационных осадков доказан только для горных лесов, и в основном у их верхней границы (до 30 %) (Воронков, 1988; Крестовский, 1986).

Исследования водоохранной роли леса пока не позволяют прийти к однозначным оценкам величины оптимальной лесистости. В соответствии с концепцией нелинейной зависимости характеристик стока от степени облесенности, ее оптимальные значения для равнинных регионов составляют в тайге 40–50 %, в хвойно-широколиственных лесах – 30–40 %, в лесостепи – 20–25 %, в степи – 10–15 % (Молчанов, 1965). Для зоны широколиственных лесов установлено, что модуль стока увеличивается особенно быстро при возрастании лесопокрытой площади от 0 до 25–30 % (Будыко, 1956): при лесистости 17–23 % он достигает 3,67 л/с/км², при 23–32 % – 4,25, а при 30–50 % приращение уменьшается и модуль стока составляет 4,52 л/с/км². Сторонники концепции линейной зависимости и оптимальности стопроцентной лесистости подчеркивают, что на эффективность водоохранной функции леса влияют геолого-геоморфологические особенности местности. Так, для зоны смешанных и широколиственных лесов в Смоленском гидрологическом районе с преимущественным распространением моренных суглинистых равнин прирост стока на каждые 10 % лесистости составляет 15–20 мм, в то время как в Заволжье и бассейнах Вятки и Камы, где преобладают пластовые равнины с более интенсивным подземным стоком, – 11–12 мм (Рахманов, 1962). Для лесостепи и степи приращение годового стока рек оценивается ниже: в европейской части страны он растет линейно – на 12–17 мм на каждые 10 % прироста лесистости, в Западной и Средней Сибири – лишь на 8–11 мм (Лебедев, 1964). Высказывалось и противоположное мнение, что в зоне хвойных лесов речной сток почти не зависит от степени облесенности территории, а в лиственных лесах и лесостепи – обратно пропорционален ей (Шпак, 1968).

Для горных ландшафтов с сочетанием лиственных и хвойных лесов также установлены как линейные, так и нелинейные зависимости. На Урале в бассейнах с лесистостью более 80 % ее снижение от 100 до 60 % не влияет на годовой сток и почти не влияет на его внутригодовое перераспределение, при условии равномерности вырубок по бассейну; критический порог оценивается в 50–60 % (Побединский, 1979). Оптимальная водоохранно-защитная лесистость в Саянах определена в 60–90 % (Лебедев, 1964). На Сахалине критическим порогом степени облесенности считается 40–50 % (Клинцов, 1973), на Кавказе – 75–90 % (Молчанов, 1966), в среднегорье Сихотэ-Алиня – 60–70 % (Оприцова, 1978). В горных районах Приморья с увеличением лесистости до 80 % суммарный сток растет, а при более высоких показателях ее прирост значения практически не имеет. Подземный сток не реагирует на сокращение лесопокрытой площади от 100 до 50 %, но при снижении до 30 % уменьшается в 1,5–2 раза. Критическим порогом лесистости для обеспечения нормального меженного уровня считается 35–40 %, при меньших значениях происходит прекращение подземного питания в межень, пересыхание и перемерзание рек (Оприцова, 1978).

Выявление зависимости между лесистостью и характеристиками стока затруднено большим количеством региональных факторов, влияющих на водоохранные функции леса. Разнообразие полученных оценок привело к формированию представления о неопределенной или неустойчивой гидрологической функции леса (Онучин, 2013). Если в 1960–70-х гг. в литературе встречается довольно много определенных указаний на ту или иную величину оптимальной лесистости (Дубах, 1951; Бочков, 1959; Молчанов, 1966; 1973; Рахманов, 1962, 1971, 1975; Лебедев, 1964, 1982; Чижмакова, 1973; Матвеев, 1973; Оприцова, 1978; Побединский, 1979; Михович, 1981), то с 1980-х гг. исследователи предпочитают говорить о зависимости стока от лесистости либо отсутствии таковой в строгой географической привязке к местным условиям с учетом всего комплекса природных факторов (например, Идзон, 1980).

Водорегулирующие услуги леса заключаются в выравнивании сезонных колебаний годового стока, предотвращении его резких сокращений, уменьшении интенсивности половодий и паводков. Способность леса выравнивать внутригодовые колебания стока прежде всего обусловлена соотношением его поверхностного и подземного компонентов. Лес может способствовать увеличению подземного стока и уменьшению поверхностного (следовательно – и сокращению эрозии) благодаря росту водопроницаемости почв и грунтов, задерживающей роли лесной подстилки, замедлению снеготаяния, более слабому промерзанию почв.

Водорегулирующая роль лесных почв снижается с юга на север по мере уменьшения корнеобитаемого слоя (Воронков, 1988). Леса в лесостепной и степной зоне способны практически полностью переводить поверхностный сток в подземный. Здесь критическое значение имеет вклад леса в усиление снегонакопления и фильтрацию талых вод. Во время летней межени сток на многих реках поддерживается исключительно за счет подземного питания. В степных и лесостепных регионах юга Восточно-Европейской равнины выявлена нелинейная зависимость подземного стока от степени облесенности. Его рост (т. е. приращение водорегулирующей функции экосистем) наблюдается до достижения следующих показателей лесистости: в ландшафтах полесского типа зоны широколиственных лесов – 35–65 %, в лесостепи – 19–24 %, в степи – 16–19 % (Михович, 1981). По другим данным, коэффициент поверхностного стока в лесостепной зоне сокращается при росте лесистости до 20 %, а в степной – до 10 % (Молчанов, 1973). На эродированных водосборах этот коэффициент резко падает по мере роста лесопокрытой площади до 10 %, а при дальнейшем увеличении ее доли – незначительно.

В целом считается, что влияние лесистости на суммарный годовой и на минимальный стоки (водоохранная функция) убывает от южной тайги к лесостепи (Идзон, 1980). Однако способность леса переводить поверхностный сток в подземный (водорегулирующая функция), наоборот, возрастает от лесной зоны к степной.

В Прототипе национального доклада рассмотрены лишь некоторые компоненты водохранных и водорегулирующих услуг, а именно – влияние экосистем на объем регионального стока (без учета их воздействия на обилие осадков) и на минимальные и максимальные значения годового стока.

Регулирование объема стока

В жидком виде вода на поверхность суши поступает в результате выпадения осадков, таяния льда, снега, из подземных вод. Ее возврат в атмосферу происходит за счет испарения с земной или водной поверхности. Поток атмосферных осадков (наряду с талыми и иными водами) перераспределяется экосистемой: часть из них перехватывается и испаряется растительностью, другая – испаряется с поверхности почвы, часть проникает в почву или формирует поверхностный сток. Почвенная влага поглощается в процессе жизнедеятельности растений и испаряется с их поверхности благодаря транспирации, просачивается в более глубокие горизонты в процессе инфильтрации, формируя почвенный сток. Влияние экосистем на поверхностный сток схематически показано на рис. 31а.

Рассматривая приходы и расходы влаги на некоторую поверхность за определенное время, справедливо уравнение водного баланса (Львович, 1963), которое в наиболее общем виде можно записать следующим образом:

$$P = R + ET + \Delta S, \quad (1)$$

где единственной приходной величиной является количество осадков (P). Осадки перераспределяются экосистемой и из них формируется сток (R); эвапотранспирация, т. е. суммарное испарение, состоящее из транспирации и физического испарения с различных поверхностей (ET); пополняются экосистемные резервуары влаги в биомассе и почве до уровня грунтовых вод (ΔS).

Сумму величин эвапотранспирации (ET) и изменения запасов влаги (ΔS) в экосистеме можно рассматривать как ее совокупное воздействие на водный баланс. Если данная сумма меняется, это влияет на объем стока: чем больше влаги расходуется на испарение и наполнение экосистемных резервуаров, тем меньше будет объем стока, и наоборот. Таким образом, наблюдаемые уровни стока – это результат перераспределения атмосферных осадков экосистемами.

Предоставленный объем экосистемной услуги. Оценка основана на сравнении реального стока с гипотетическим, когда экосистемы не участвуют в его перераспределении. Для этого необходимо ввести еще одну величину – потенциальное испарение (потенциальную эвапотранспирацию – PET , или испаряемость), т. е. испарение, не ограниченное запасами воды при существующих атмосферных условиях, которое может пониматься как следующие

процессы (Толковый словарь по почвоведению, 1975; Большая советская энциклопедия, 1972; Быков, 1983):

- испарение воды в испарителе (метеорологическом приборе с неограниченным поступлением воды в резервуар, с которого происходит испарение, позволяющем определить максимально возможную в данных условиях испаряемость);
- испарение с открытой поверхности крупного пресноводного водоема;
- количество жидкой влаги, которое испаряется с открытой водной поверхности или с участка луга с хорошо развитым травостоем, полностью затеняющим почву, и достаточно обеспеченного влагой.

Предположим, что территория, для которой проводится оценка, представляет собой испаритель с испарением равным испаряемости (рис. 31б). Разница между наблюдаемым (реальным) стоком (R) и остаточным стоком из испарителя (R_0) рассматривается как объем услуги по обеспечению стока, предоставленный экосистемами (рис. 31в).

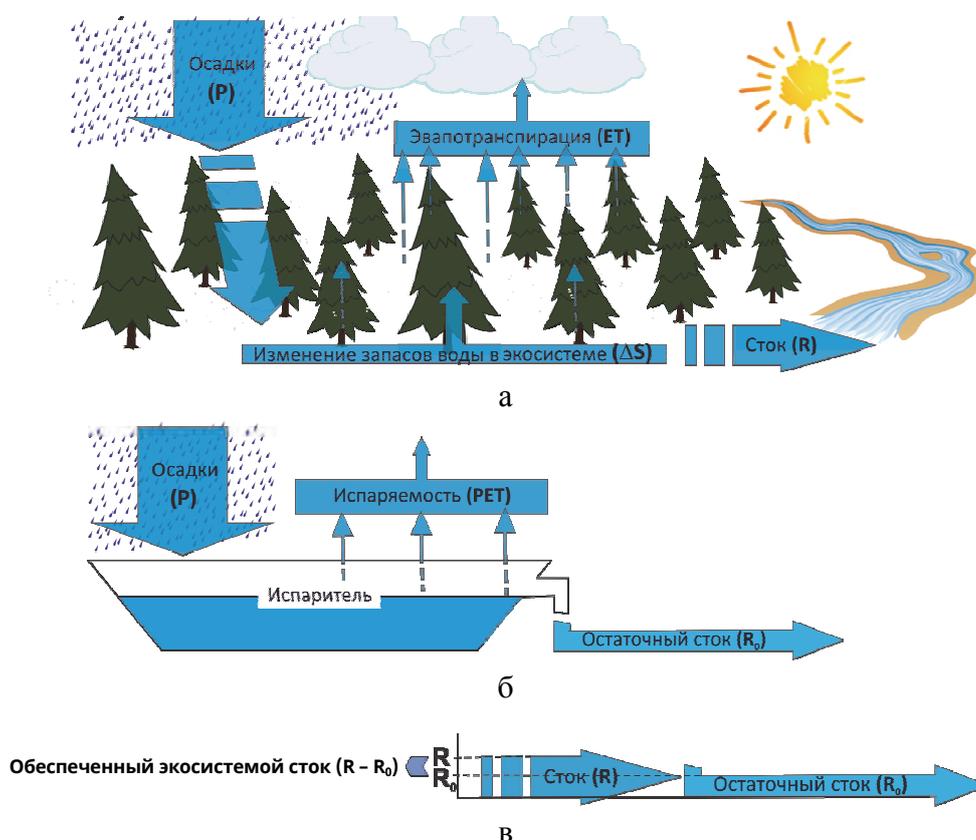


Рис. 31. Роль экосистемы в водном балансе и формировании объема стока: а – влияние экосистемы на сток; б – гипотетическая модель с испарителем; в – схема оценки стока, обеспеченного экосистемой

В подавляющем большинстве случаев реальное испарение в экосистеме не превышает испаряемости. При гипотетическом варианте (территория – испаритель) в регионах с нормальным и избыточным увлажнением (где количество осадков больше испаряемости) испарение будет равно испаряемости, а в засушливых регионах (где количество осадков меньше испаряемости) испарение будет меньше испаряемости. Когда резервуар испарителя полностью заполнен, разница между количеством осадков и испаряемостью представляет собой сток за пределы испарителя (R_0). Уравнение водного баланса для испарителя можно записать в следующем виде:

$$R_0 = P - PET, \quad (2)$$

Уравнение 2 служит для определения гипотетического (остаточного) стока в случае, если в данной местности вместо экосистем был бы испаритель. Из него очевидно, что в регионах, где количество осадков равно или меньше испаряемости, гипотетический сток был бы равен нулю.

Для оценки предоставленного объема экосистемной услуги по обеспечению объема стока на территории России нами использованы данные (картографические материалы) о количестве осадков, испаряемости, средних многолетних величинах суммарного и подземного стоков из источника «Земельные ресурсы России». На основе этих материалов получены средние значения упомянутых показателей для регионов РФ.

Далее были выявлены регионы с недостаточным увлажнением (рис. 32). Для этого вычислили отношение количества осадков к величине эвапотранспирации, что дало среднее многолетнее годовое значения коэффициента увлажнения Высоцкого – Иванова на единицу площади каждого субъекта РФ. Рисунок 32 показывает, что большая часть регионов России имеет недостаточное увлажнение (коэффициент увлажнения менее 1,0)¹, т. е. в этих регионах экосистемы обеспечивают формирование 100 % поверхностного стока.

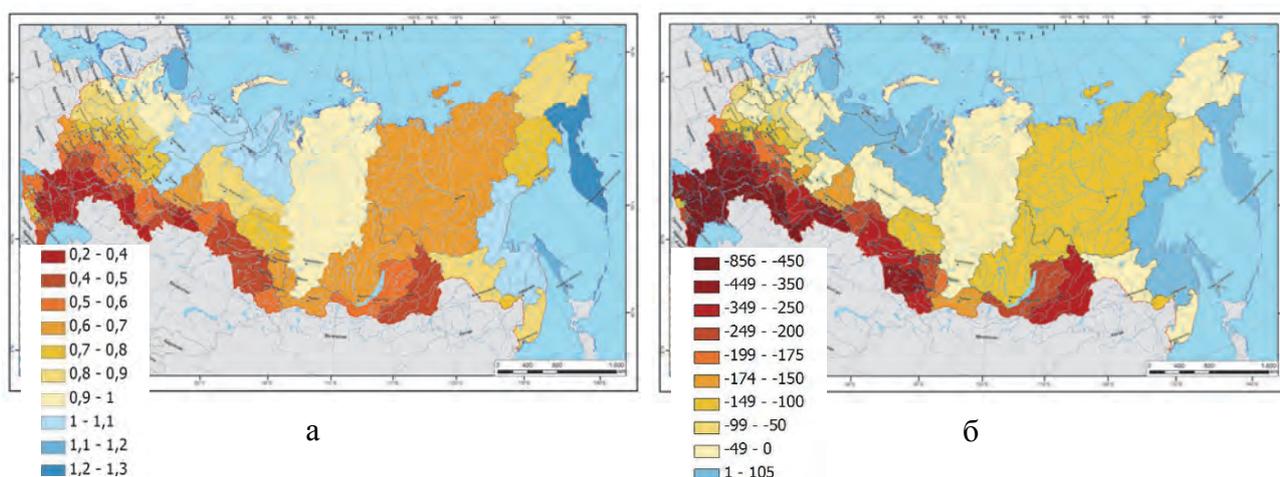


Рис. 32. Коэффициент увлажнения (а) и величина гипотетического стока (б) по субъектам Российской Федерации

Увлажнение имеет субширотную зональность и в направлении с севера на юг снижается. Однако в центральном и западном Прикавказье оно становится выше. Крайне недостаточно увлажнение на Прикаспийской низменности (Республика Калмыкия, Астраханская и Волгоградская области), где испаряемость существенно превышает количество осадков.

Территории с нормальным или избыточным увлажнением (коэффициент увлажнения равен или превышает 1,0) размещаются на севере Восточно-Европейской равнины и азиатской части страны, а также в области влияния муссонной циркуляции на Дальнем Востоке. Здесь роль экосистем в формировании объема поверхностного стока составляет менее 100 %. Например, в Камчатском крае количество осадков превышает испаряемость на величину, которая на треть больше объема поверхностного стока.

Объем гипотетического стока в соответствии с уравнением 2 получен с помощью вычитания величины потенциального испарения (эвапотранспирации) из количества осадков. Показатель поверхностного стока соответствует величине превышения объема суммарного стока над подземным. Экосистемный вклад в обеспечение объема стока определяется разностью между реальным поверхностным стоком и гипотетическим. Далее, для оценки реального объема стока, который определяется функционированием экосистем, предлагается для засушливых регионов, где 100 % стока формируются экосистемами, принять объем «экосистемного стока» равным среднее многолетним значениям поверхностного стока. Для регионов с умеренным и высоким увлажнением, где экосистемы формируют менее 100 % стока, «экосистемный сток» равен полученной величине экосистемного вклада (рис. 33).

¹ Тундры, лесотундры и часть бореальных лесов – территории с избыточным увлажнением. Однако на карте это не отображается в силу очень больших площадей ряда сибирских и дальневосточных регионов, включающих разнообразные экосистемы. – Прим. ред.

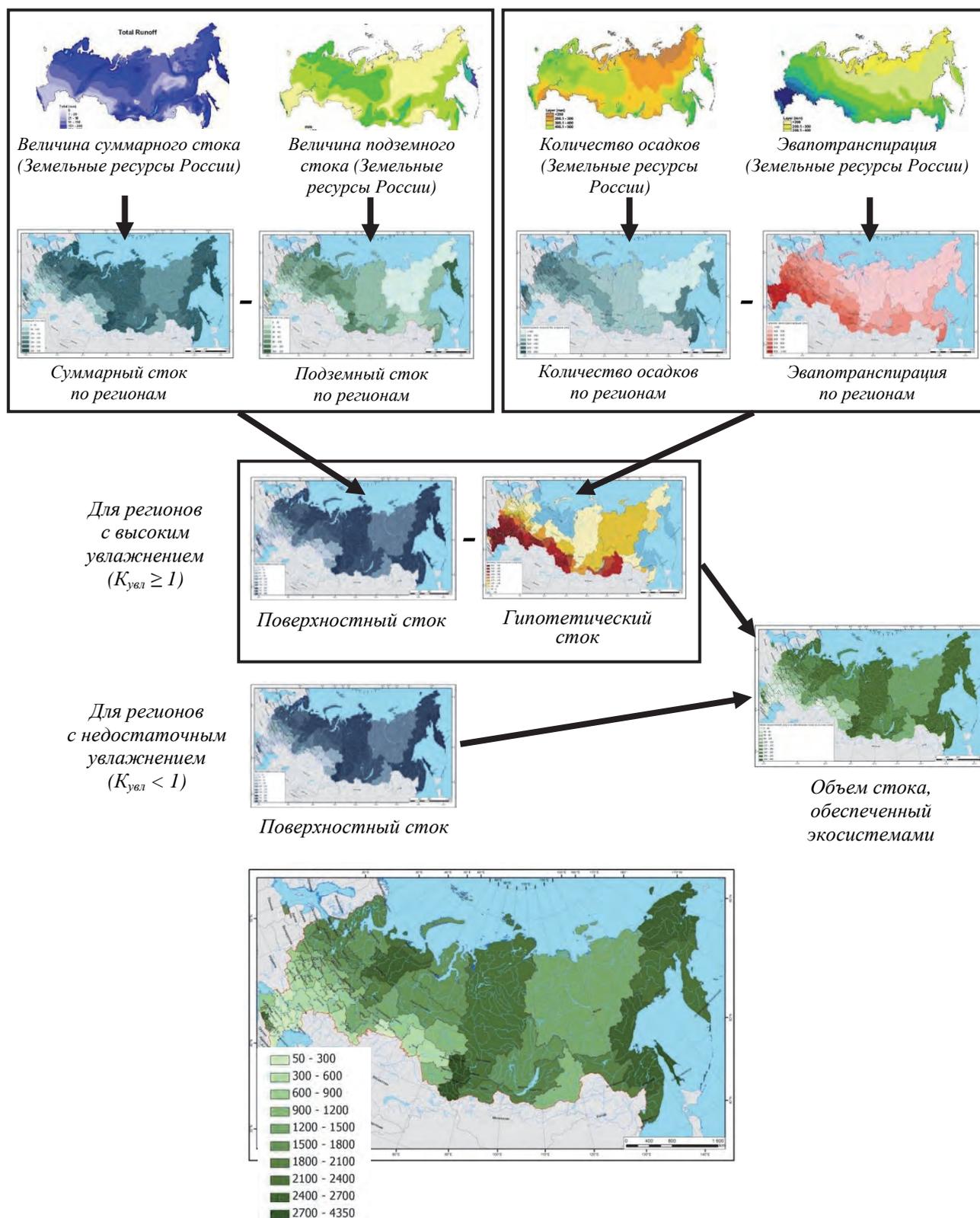


Рис. 33. Объем экосистемной услуги по обеспечению стока ($m^3/га/год$) и схема его оценки в субъектах РФ с недостаточным и избыточным увлажнением

Объем экосистемной услуги по обеспечению стока («экосистемный сток») изменяется от 50 (Астраханская область) до 4350 $m^3/га/год$ (Республика Алтай). Высокие значения формирования объема стока экосистемами характерны преимущественно для регионов с нормальным и избыточным увлажнением, а также горных районов – республик Алтай, Хакасия, Коми и Карачаево-Черкесской, Кемеровской области и др.

Примеры, демонстрирующие, каким образом экосистемы обеспечивают сток, приведены в табл. 10.

Таблица 10. Показатели для оценки экосистемной услуги по обеспечению объема стока в избранных субъектах Российской Федерации

Показатель, мм/год	Республика Тыва	Саратовская обл.	Сахалинская обл.
Осадки	393	362	620
Суммарный сток	268	56	605
Подземный сток	80	12	137
Поверхностный сток	$268 - 80 = 188$	$56 - 12 = 44$	$605 - 137 = 468$
Потенциальное испарение	557	887	498
Гипотетический сток	$393 - 557 = -164$	$362 - 887 = -525$	$620 - 498 = 122$
Экосистемный вклад	$188 - (-164) = 352$	$44 - (-525) = 569$	$468 - 122 = 346$
Объем экосистемной услуги по обеспечению стока	188 (100 % поверх. стока)	44 (100 % поверх. стока)	346 (73 % поверх. стока)

Пример 1 – Республика Тыва. На территории республики в среднем выпадает 393 мм осадков. Среднегодовой слой стока составляет 268 мм, из которых 80 мм обеспечивается подземным питанием рек. Потенциальное испарение (испаряемость) составляет 557 мм. Для восполнения дефицита увлажнения требуется 164 мм осадков. Степная и лесостепная растительность, расчлененный рельеф приводят к формированию поверхностного слоя стока в 188 мм. Таким образом, вклад экосистем в обеспечение объема стока составляет 188 мм – (-164 мм) = 352 мм или, другими словами, заключается в перераспределении осадков следующим образом: 352 мм, т. е. 89 % осадков, задерживаются экосистемами, а 11 % – испаряется. Из удержанных экосистемами осадков формируется весь поверхностный сток (188 мм).

Пример 2 – Саратовская область. Среднегодовое количество осадков 362 мм. Слой стока (56 мм) обеспечивается подземным стоком на 21 % (12 мм). Поверхностный сток составляет 44 мм. При испаряемости 887 мм дефицит увлажнения составляет 525 мм. В сумме с поверхностным стоком ($525 + 44 = 569$) это заметно превышает среднегодовое количество осадков. Следовательно, экосистемы Саратовской области формируют весь поверхностный сток из 12 % осадков ($44 \text{ мм} / 362 \text{ мм}$), а 88 % осадков задерживаются экосистемой и постепенно испаряются.

Пример 3 – Сахалинская область. В области выпадает 620 мм осадков, а наблюдаемый сток составляет 605 мм. Величина поверхностного стока 468 мм. Испаряемость 498 мм меньше количества осадков, поэтому экосистемы обеспечивают 468 мм – ($620 \text{ мм} - 498 \text{ мм}$) = 346 мм слоя стока, что составляет 73 % поверхностного стока. Следовательно, в Сахалинской области поверхностный сток (468 мм) формируется из 75 % осадков, при этом 73 % стока обеспечиваются экосистемами, а 27 % формируется непосредственно в результате выпадения осадков, что, вероятно, связано с преобладанием горного рельефа. Оставшиеся 25 % осадков (152 мм) пополняют экосистемные запасы влаги, формируют подземный сток и со временем испаряются.

Используемый объем экосистемной услуги оценен как количество потребленной свежей воды, т. е. водозабор из различных источников (за исключением оборотной и повторно использованной сточной и коллекторно-дренажной воды), по базе данных «Регионы России» (рис. 34). Во всех субъектах РФ объемы такого водопотребления составляют десятки и сотни м³/га/год, кроме Москвы и Санкт-Петербурга, где оно измеряется тысячами м³/га/год.

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. Как видно из рис. 33 и 34, предоставленный и используемый объемы услуги сопоставимы по порядку величин. Поэтому достаточно информативным является показатель не используемого человеком остатка «экосистемного стока» (Vпредоставленный – Vиспользуемый) (рис. 35).

Почти на всей территории России использование свежей воды не превышает объемов регулирования стока экосистемами (зеленый цвет на рис. 35), при этом в Московской области, южных регионах европейской части страны и Западной Сибири она используется почти полностью (светло-зеленый цвет на рис. 35). Превышение объемов использования свежей воды над

объемами экосистемного регулирования стока (до $500 \text{ м}^3/\text{га}/\text{год}$) наблюдается в Ставропольском крае, Астраханской области, Чеченской Республике и Дагестане (розовый цвет на рис. 35). В Москве и Санкт-Петербурге превышение составляет $5000\text{--}6000 \text{ м}^3/\text{га}/\text{год}$, что превосходит самые высокие показатели экосистемного регулирования, полученные для территории страны ($4350 \text{ м}^3/\text{га}/\text{год}$ в Республике Алтай).

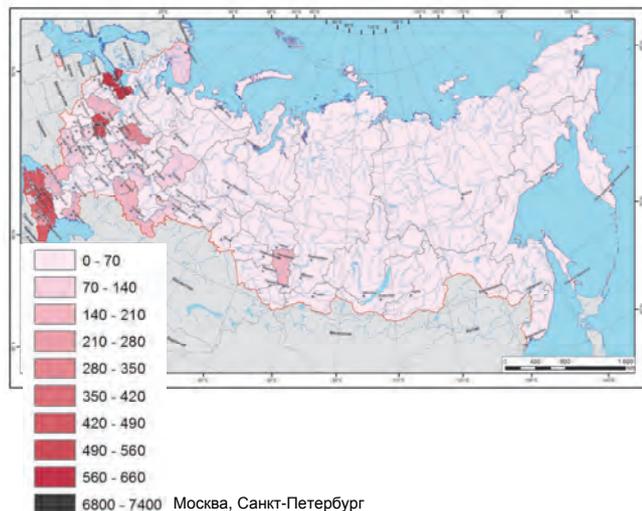


Рис. 34. Используемый объем экосистемной услуги по обеспечению стока: потребление свежей воды ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$)

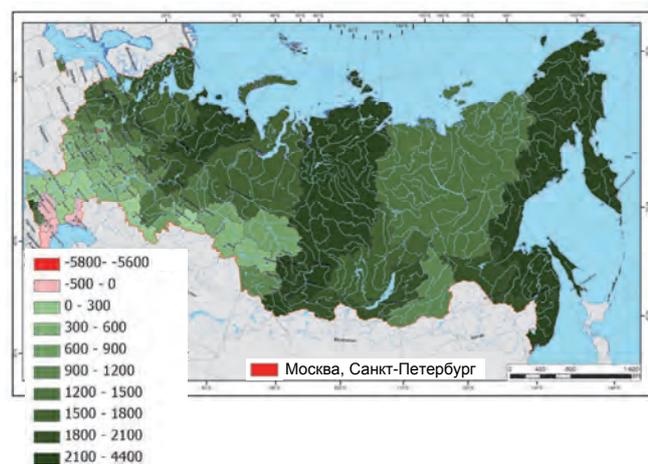


Рис. 35. Не используемый человеком остаток «экосистемного стока» (положительные значения) или превышение водопользования над «экосистемным стоком» (отрицательные значения), $\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$

На рис. 36 представлено число и распределение регионов в зависимости от соотношения их рангов по предоставленному и используемому объемам услуги. Видно, что большинство регионов сгруппированы в левом верхнем углу графика, который соответствует большим предоставленным объемам услуги (большим объемам «экосистемного стока») и относительно малому потреблению воды.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Использованный метод оценки экосистемной функции по обеспечению стока эффективен только в макро-региональном масштабе. Осреднение данных по регионам снижает ее точность. Чтобы учесть специфику водосборных бассейнов, при проведении дальнейших оценок необходимо все промежуточные карты строить в изолиниях, все действия совершать с этими картами и только на самом последнем этапе проводить осреднение по субъектам РФ. Необходимо проведение аналогичной оценки с учетом истинного испарения, выяснением величины задерживаемой влаги различными типами экосистем. Это связано с определением реальных коэффициентов стока для экосистем или бассейнов в пределах каждого субъекта Федерации.

Необходимые данные для оценки *предоставленного* объема услуги:

– количество осадков, испарение и испаряемость, максимальные за год запасы воды в снежном покрове, измеренные на метеостанциях;

- величины стока, измеряемые на гидропостах;
- показатели вклада снегового, дождевого, ледникового и подземного стоков в суммарный сток.

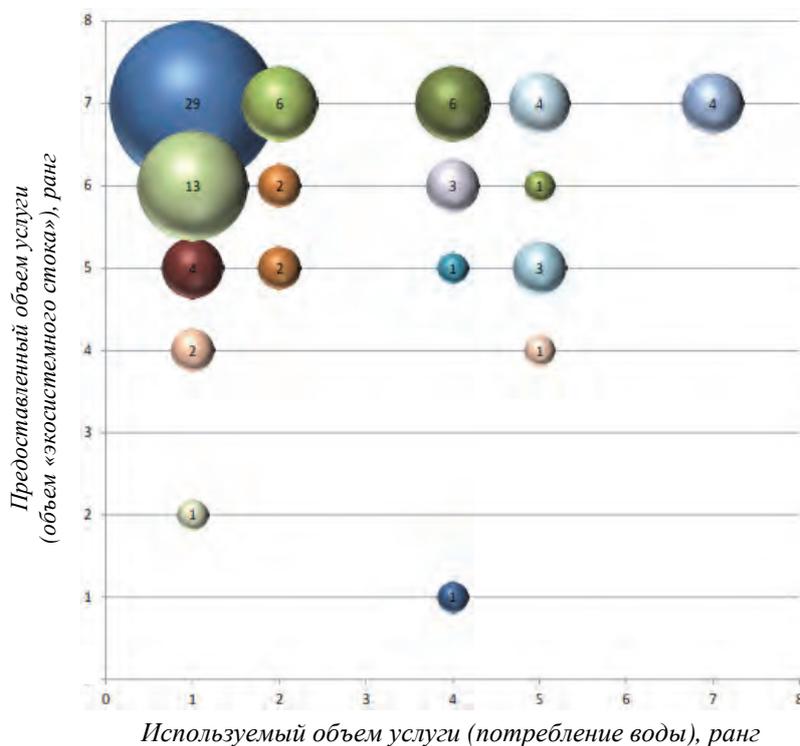


Рис. 36. Соотношение балльных оценок предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по обеспечению стока в субъектах РФ.

Ранги: 1 — 0–0,005; 2 — 0,005–0,0075; 3 — 0,0075–0,01;

4 — 0,01–0,02; 5 — 0,02–0,05; 6 — 0,05–0,1; 7 — 0,1–0,75 млн м³/км².

Размер пузырька и показатель в его центре соответствуют числу субъектов РФ с определенным сочетанием предоставленного и используемого объемов услуги

Регуляция вариабельности годового стока

Для оценки регуляции водного стока экосистемами использованы картографические данные о его среднем объеме и величине коэффициента вариации (C_v) среднегодового стока (отношение стандартного отклонения к среднему многолетнему значению) из источника «Земельные ресурсы России» (рис. 37). Коэффициент вариации стока на территории субъектов РФ в среднем составляет 0,36, с размахом от 0,14 (Ямало-Ненецкий АО) до 1,09 (Астраханская область). Исходя из этих данных, рассчитаны значения максимального и минимального суммарного стока за многолетний период и отклонение его величины от среднего многолетнего значения (дисперсия) (рис. 37).

Распределение по территории России абсолютных значений амплитуды отклонений стока имеет иной характер, нежели коэффициент его вариации: большая часть субъектов РФ характеризуется вариабельностью слоя стока в пределах 60 мм. Более высокие значения характерны для субъектов на северо-западе Восточно-Европейской равнины и на Урале, республик Карачаево-Черкесской, Алтай, Хакасия и Бурятия, Кемеровской области, юга Дальнего Востока, Камчатского края и Магаданской области. Отмечена высокая корреляция ($r = 0,84$) между абсолютными значениями вариабельности стока и его величиной. Причем она одинакова как для общего стока, так и для поверхностного и несколько меньше ($r = 0,69$) для подземного стока, из чего можно сделать следующие выводы:

- чем больше среднегодовой сток, тем выше абсолютные показатели его многолетней изменчивости;
- вариации суммарного стока определяются главным образом поверхностным стоком.

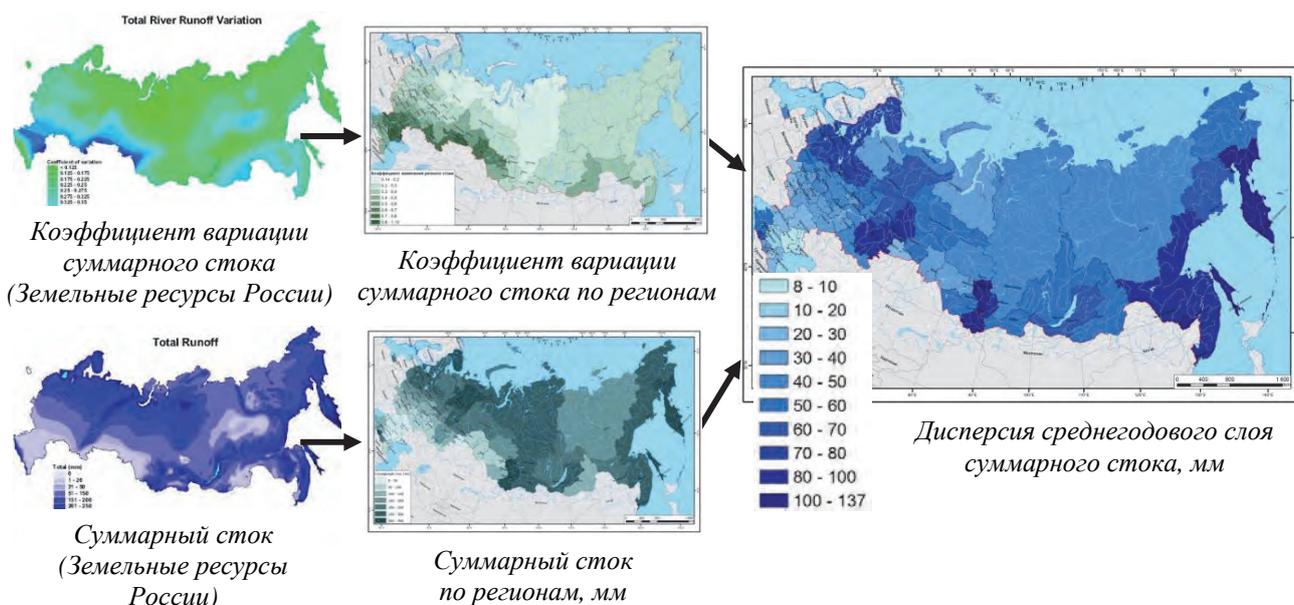


Рис. 37. Дисперсия среднегодового слоя суммарного стока (мм) и схема ее получения

Предоставленный объем экосистемной услуги. Для определения регуляции стока экосистемами было проведено сравнение данных по его многолетней изменчивости с вариабельностью осадков за тот же период (1961–1990). Показатели суммарных за год величин осадков получены по результатам обработки данных метеостанций России в пространственной модели CRU-TS v. 3.23 отдела климатических исследований Университета Восточной Англии (Harris et al., 2014). Обработка заключалась в определении коэффициента вариации осадков по формуле:

$$C_v = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{\bar{x}}, \quad (3)$$

где x_i – годовая сумма осадков за год i в интервале 1961–1990, $n = 30$, и получении среднего значения коэффициента вариации в квадратах сетки $0,5 \times 0,5^\circ$ в пределах каждого субъекта РФ путем ГИС-анализа.

Далее была найдена разность дисперсий (произведение коэффициента вариации на среднее многолетнее значение) осадков и поверхностного стока за период 1961–1990 гг. Физический смысл процедуры заключается в следующем. Экосистемы регулируют годовой поверхностный сток и отчасти подземный. В последнем случае – за счет перераспределения подповерхностного стока, однако это происходит в более длительные сроки и при доминировании факторов, связанных с литологическими условиями, а не с биологическими. Экосистемы регулируют поступление воды в водоемы путем перераспределения осадков между стоком и эвапотранспирацией, при этом межгодовая изменчивость поверхностного стока объясняется в некоторой степени вариабельностью осадков. Средняя многолетняя величина этой регуляции в абсолютном выражении (мм слоя стока) и найдена нами путем определения разности дисперсий осадков и стока (рис. 38). Слой стока – это отношение его объема, измеренного в данной точке, к площади ее водосборного бассейна.

Изменчивость осадков на большей части территории России превышает изменчивость стока, разница между их вариабельностями достигает 90 мм. Встречаются и отрицательные значения – в регионах, где вариабельность осадков меньше, чем у стока. Это может обуславливаться такими факторами его регуляции, которые играют более значительную роль, чем экосистемы; к ним могут быть отнесены, например, изменения подземного или ледникового стока или зарегулированность рек за счет водохранилищ. К регионам с отрицательным значением величины экосистемной регуляции стока относятся: Челябинская, Кемеровская, Амурская, Магаданская и Сахалинская области, республики Алтай и Хакасия, Чукотский АО – по большей части перувлажненные или горные территории.

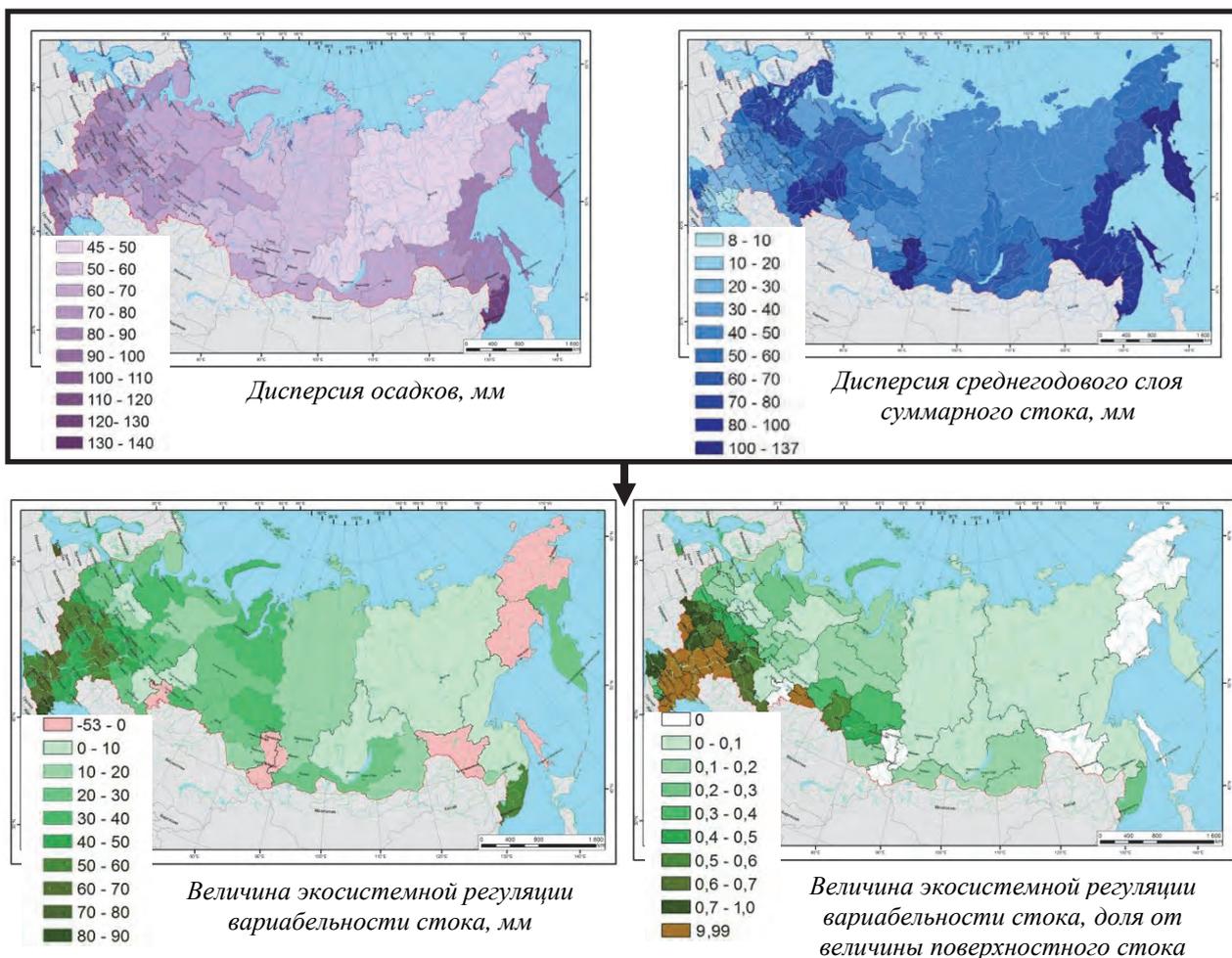


Рис. 38. Абсолютный и относительный показатели величины экосистемной регуляции variability стока (мм)

Относительный вклад экосистем в регуляцию стока в субъектах РФ был определен путем расчета его доли в слое поверхностного стока. При этом нужно учитывать еще одну категорию регионов, в которой разница дисперсий осадков и стока превышает годовой слой стока (значения 9,99, коричневый цвет на рис. 38). Такой эффект наблюдается в степной зоне европейской части РФ, Поволжье и Курганской области, Прикаспии и на Северном Кавказе, т. е. преимущественно в аридных регионах.

Балльная оценка предоставленного объема услуги по регуляции variability стока опирается на расчеты относительного вклада экосистем в регуляцию поверхностного стока (рис. 39).

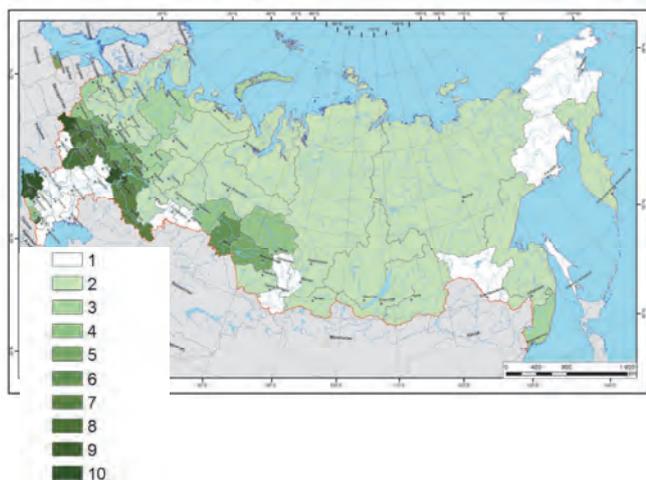


Рис. 39. Балльная оценка предоставленного объема услуги по экосистемной регуляции variability стока. Белый цвет показывает регионы РФ, где такая регуляция фактически отсутствует

Используемый объем экосистемной услуги (рис. 40) предварительно оценен в баллах на основании величины регионального ВВП на 1 га. Этот показатель использован для оценки возможного ущерба от нерегулируемых экосистемами колебаний стока. Предполагается, что в регионах с более низким ВВП услуга используется в меньшей степени.

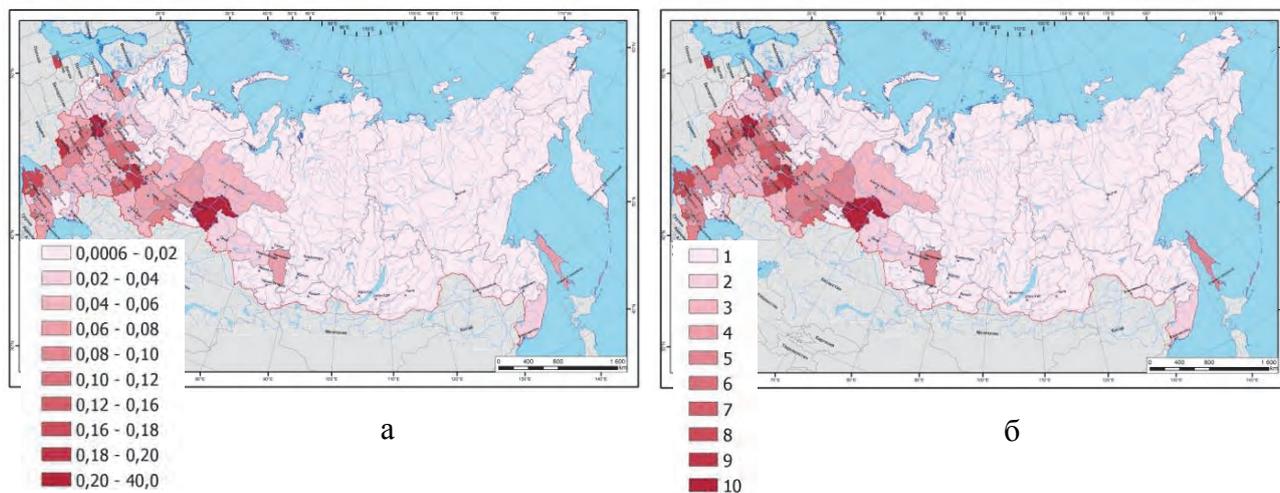


Рис. 40. Используемый объем экосистемной услуги по регуляции variability стока: а) региональный ВВП на единицу площади региона (руб./га/год); б) балльная оценка

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги. Сравнение их балльных оценок (Vпредоставленный – Vиспользуемый) показывает, что в большинстве северных и азиатских регионов действие природных и социально-экономических факторов либо сбалансировано (белый цвет на рис. 41), либо природные факторы немного преобладают (светло-зеленый цвет на рис. 41).

Относительное преобладание факторов, определяющих потребность в услуге, т. е. социально-экономических (красный цвет на рис. 41), проявляется прежде всего в тех регионах, где относительно высоки показатели ВВП на единицу площади (Тюменская, Московская, Белгородская области). Очевидно, что использование для оценки других показателей возможного ущерба от сильных колебаний стока, например, стоимости основных фондов, может изменить полученную картину.

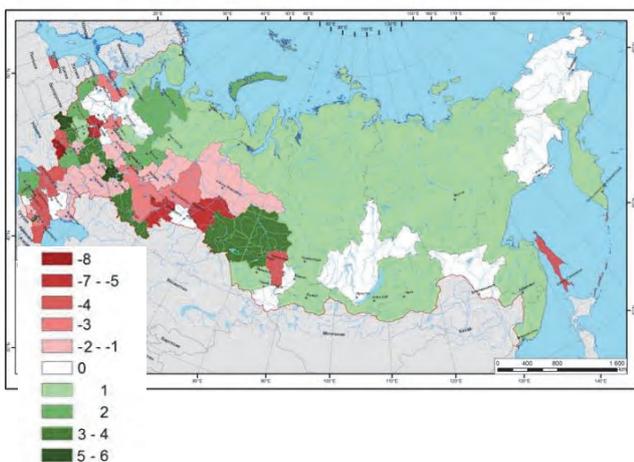


Рис. 41. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по регуляции variability стока

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Для корректной оценки предоставленного объема услуги по регуляции стока необходимо проводить расчеты исходя из границ основных типов экосистем, а не административных единиц. Осреднение

данных по регионам снижает точность оценки. Для расчетов в более крупном масштабе будет полезен анализ вариабельности стока в связи с изменчивостью осадков и оценка времени задержания стока (объемов влаги, удерживаемых экосистемами).

Для оценки *используемого* объема услуги для максимумов стока необходимы количественные данные о потенциальных размерах ущербов от превышения уровня воды, которые можно получить исходя из стоимости земель в зонах возможного затопления. В масштабе регионов будет полезно знать распределение ВВП по абсолютной высоте. Расчеты для минимумов стока могут быть сделаны на основе показателей водопотребления и данных об ущербах в результате снижения уровня воды.

Регуляция стока, его средние многолетние вариации зависят и от водохозяйственной деятельности человека, в связи с чем в оценках и мониторинге экосистемной услуги следует учитывать как потребление воды, так и полезные объемы по крайней мере наиболее крупных водохранилищ.

Для определения и планирования межрегиональных взаимодействий в сфере водоохраных и водорегулирующих экосистемных услуг следует придерживаться бассейнового принципа.

Обеспечение качества воды наземными экосистемами

Загрязняющие вещества, попадающие в водные объекты в результате хозяйственной деятельности человека, в той или иной степени снижают качество воды. Их источники можно подразделить на две группы. К первой относятся промышленные предприятия, животноводческие фермы и прочие хозяйственные объекты, отходы или сбросы которых попадают в водоемы и водотоки со сточными водами. Такие источники называют организованными или точечными. Экосистемные услуги, связанные с разбавлением сточных вод и трансформацией загрязнений в водоемах до безопасных соединений, рассмотрены в разделе «Обеспечение качества воды пресноводными экосистемами».

Вторая группа источников загрязнения рассредоточена по площади водосбора, а загрязняющие вещества вначале попадают на окружающие поверхности (зданий, дорог, растительности, почвы, снежного покрова), а затем смываются в водные объекты с тальными и дождевыми водами. Такие источники называют неточечными, а загрязнение от них – диффузным (Калинин, 2008). Процессы миграции диффузного загрязнения в значительной мере зависят от характера поверхности. Водный сток с асфальтовых покрытий в городах и на дорогах, с эродированных или свежевспаханых земель обеспечивает перенос практически всех загрязнений в водоемы. Наличие растительности, особенно древесной, приводит к увеличению просачивания тальных и дождевых вод в почву с последующим включением загрязнений в биогеохимические циклы либо их аккумуляцией в компонентах наземных экосистем. Этими процессами обеспечивается экосистемная услуга по обеспечению качества воды наземными природными комплексами.

В настоящем разделе рассмотрен лишь один компонент данной услуги, а именно – поглощение экосистемами загрязняющих веществ. Другой ее компонент, связанный с предотвращением сноса в водоемы почвы и грунта, представлен на уровне постановки задачи в группе экосистемных услуг по защите почв от эрозии (раздел «Предотвращение сноса грунта в водоемы»).

Для оценки диффузного загрязнения на конкретном водосборе применяют эмпирико-статистические методы (Михайлов, 2000). Первый из них состоит в использовании табличных значений модуля стока поллютантов, под которым понимается величина поступления того или иного загрязнителя с единицы площади водосбора за единицу времени. Наибольшую известность получили табличные значения модулей стока некоторых загрязняющих веществ из обзоров Г. Жоланкай (Jolankai, 1983, 1992). Второй называют методом постоянных концентраций. В этом случае используются табличные значения концентраций поллютантов для тех или иных вариантов стока, применяемые к его расчетной величине. Метод постоянных концентраций использован в «Методических указаниях по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты» (1998). Сведения из этого источника по концентрациям загрязнителей в поверхностном стоке с застроенных участков территории представлены в табл. 11.

Таблица 11. Концентрации основных загрязняющих веществ в поверхностном стоке на застроенных участках территории (Методические указания..., 1998), ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (Перечень..., 1999; Нормативы..., 2010) и их отношения

Загрязнитель	Концентрация, мг/л			Отношение концентрации к ПДК	
	дождевые воды	талые воды	ПДК и предельные показатели	дождевые воды	талые воды
Взвешенные вещества	250	3500	0,25	1000,0	14 000,0
Нефтепродукты	10	30	0,05	200,0	600,0
Биохимическое потребление кислорода	30	90	3	10,0	30,0
Сульфаты	100	500	100	1,0	5,0
Хлориды	200	1500	300	0,7	5,0
Азот аммонийный	2	4,3	0,5	4,0	8,6
Нитраты	0,08	0,17	40	0,0	0,0
Нитриты	0,08	0,17	0,08	1,0	2,1
Кальций	43	113	180	0,2	0,6
Магний	8	14	40	0,2	0,4
Железо	0,3	1,7	0,1	3,0	17,0
Медь	0,02	0,076	0,001	20,0	76,0
Никель	0,01	0,02	0,01	1,0	2,0
Цинк	0,3	0,55	0,01	30,0	55,0
Фосфор общий	1,08	1,08	0,15	7,2	7,2

Для сравнения значимости тех или иных загрязнителей в табл. 11 приведены и рыбохозяйственные ПДК (Перечень..., 1999; Нормативы..., 2010). Наиболее мощным загрязнителем поверхностного стока застроенных территорий являются взвешенные вещества, концентрация которых превышает рыбохозяйственные ПДК в дождевых водах в 1000, а в талых – в 14 000 (!) раз. Затем следуют нефтепродукты с превышением ПДК в 200 и 600 раз соответственно. Высокие уровни загрязнения указанными веществами вполне логичны, так как пыль (взвешенные вещества) и нефтепродукты – типичные следствия деятельности на застроенных участках, в частности строительной и транспортной. В среднем концентрации загрязнителей в талой воде превышают таковые для дождевой воды в 3,84 раза, что связано со значительной продолжительностью экспонирования снега в условиях выпадения загрязнений. Далее коэффициент 3,84 будет использован для пересчета между количествами загрязненных дождевых и талых вод для получения универсальной единицы объема экосистемной услуги по очистке воды наземными экосистемами.

Важным источником исходной информации для оценки экосистемной услуги служили сведения о площади устойчиво загрязняемых земель в субъектах РФ (Прокачева, Усачев, 2004), которые были получены двумя способами. Первый состоял в прямом определении загрязненных площадей снежного покрова по данным дистанционного зондирования. Вполне очевидно, что в результате техногенного загрязнения снег становится более темным по сравнению с чистыми и слабозагрязненными участками, а его источники (в первую очередь застроенные территории) окружены темным ореолом загрязненного снега. Размер ореола хорошо коррелирует с основными характеристиками загрязняющего объекта, численностью населения города и особенностями его промышленности. Для районов, где построение ореолов по космическим снимкам не проводили, оценку загрязненных территорий осуществляли по найденным корреляционным зависимостям. Сходным образом (либо дешифрированием спутниковой информации, либо расчетным способом) оценивали загрязненные территории вдоль автомобильных и железнодорожных дорог.

Распределение долей площади устойчиво загрязненных земель среди субъектов РФ (подсчитанных с использованием данных: Прокачева, Усачев, 2004) показано на рис. 42. Наиболее высока доля загрязненных территорий в Московской области (60 %), наименее – в Чукотском АО (0,1 %). Для Москвы и Санкт-Петербурга степень загрязнения территории принята равной 100 %.

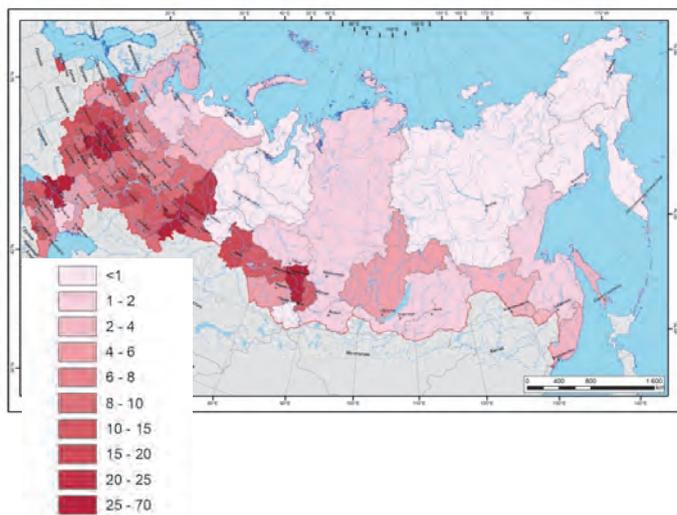


Рис. 42. Доля загрязненных территорий по регионам Российской Федерации (%)

Для проведения дальнейших расчетов было принято допущение, что весь сток с устойчиво загрязненных земель также является загрязненным. Определение общей величины стока и стока весеннего периода (талые воды) проводили по цифровым картам из источника «Земельные ресурсы России». Объем талых вод с загрязненной территории каждого субъекта РФ оценивали как произведение ее площади и средней величины весеннего стока (в мм). Оставшуюся часть суммарного стока отождествляли с дождевым стоком.

Итоговые показатели загрязненного стока, стекающего с устойчиво загрязненных территорий в субъектах РФ, можно использовать для оценки **необходимого объема услуги** по обеспечению качества воды наземными экосистемами (рис. 43). Величина такого стока, как было показано выше, прямо пропорциональна площади загрязненной территории, а также зависит от объемов весеннего и суммарного стоков. В России суммарный объем загрязненного стока составляет 95 949 млн м³. Наибольшая его интенсивность характерна для регионов с сильно загрязненными территориями – окружающих Москву и Санкт-Петербург, для Южного Урала, а также Хакасии. Максимальных значений загрязненный сток достигает в Кемеровской области (9820 млн м³) в связи с большой площадью загрязненных земель и достаточным объемом стока. Наименьшие интенсивности загрязненного стока наблюдаются в северных и центральных регионах Сибири и Дальнего Востока, а минимальная (8 млн м³) – в Калмыкии с ее умеренной площадью загрязненных земель и малым водным стоком.

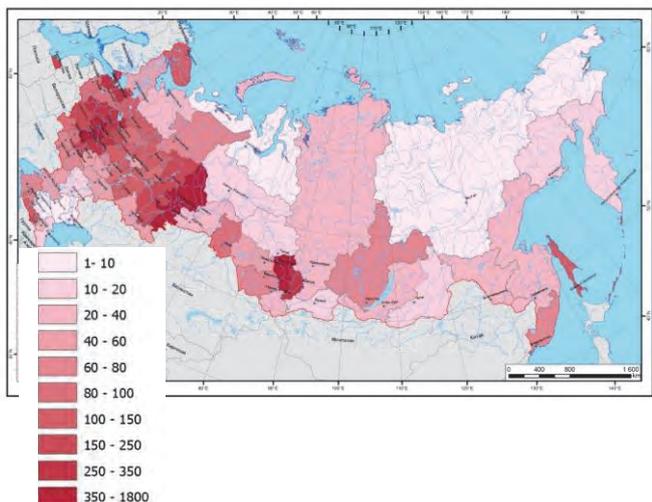


Рис. 43. Необходимый объем экосистемной услуги по обеспечению качества воды наземными экосистемами: объем загрязненного стока на 1 га площади региона (м³/га/год)

Используемый объем услуги оценен как количество загрязнений, поглощенное наземными экосистемами. Область устойчивого загрязнения может располагаться на урбанизированных территориях, пахотных площадях, землях с различным растительным покровом (леса, луга, тундры, степи, болота и т. д.). Характер их взаимодействия с водным стоком и веществами, содержащимися в нем, различен. По данным Г. Жоланкая (Jolankai, 1983, 1992), модуль стока поллютантов наиболее высок на урбанизированных и пахотных землях, имеет промежуточное значение на пастбищах, минимален либо близок к нулю на территориях, покрытых лесом. К сожалению, значительные вариации оценок модулей стока по типам землепользования, а также ограниченное число рассматриваемых в работах Г. Жоланкая загрязняющих веществ не позволяют напрямую применить эти оценки для идентификации качества стока по типам землепользования. Н.И. Балакай (2011) приводит сведения по способности различных вариантов покрова сельскохозяйственных растений к удержанию загрязняющих веществ дождевых вод. При нулевом проективном покрытии (чистый пар) удерживающая способность отсутствует (смывается 100 % загрязнений). При проективном покрытии 20–30 % смывается 35 % загрязнений, при покрытии 40–60 % – 10 %, при покрытии 60–80 % – всего 4 % загрязнений. Принимая во внимание указанные оценки, мы сочли возможным применить следующие значения очистки стока: урбанизированные территории и пахотные земли – смывается 100 % загрязнений; все типы травянистых экосистем (луга, тундры, степи и иные) – смывается 40 % загрязнений (степень очистки воды равна 60 %); все типы лесных экосистем – смывается 10 % загрязнений (степень очистки воды 90 %).

Для выяснения распределения загрязненных территорий по типам земного покрова была использована «Карта наземных экосистем Северной Евразии» (Барталев и др., 2004). Все категории земель с этой карты мы сгруппировали следующим образом: 1) урбанизированные земли; 2) пахотные земли; 3) леса; 4) прочие экосистемы. Было также принято допущение, что урбанизированные земли региона полностью входят в состав устойчиво загрязненных, в то время как оставшаяся загрязненная территория распределяется по пашням, лесам и прочим экосистемам в соответствующей данному субъекту Федерации пропорции. Такое допущение, вероятно, приводит к переоценке доли загрязненных лесов и прочих экосистем, поскольку пахотные земли часто концентрируются вокруг населенных пунктов.

В завершении процедуры расчета использования экосистемной услуги по очистке воды загрязненный сток (в пересчете на талые воды) распределили по типам земного покрова (урбанизированные земли, пашни, леса, прочие экосистемы) согласно их площадному представительству. Далее к этим составляющим стока применили индексы очистки, исходя из: 0 % – для стока с урбанизированных земель и пашен, 60 % – для прочих экосистем, 90 % – для лесных территорий. Сумма полученных значений составляет объем очищенного стока на территории данного субъекта РФ. Эта величина прямо пропорциональна объему загрязненного стока (естественно, до определенных пределов), а также зависит от соотношения типов земного покрова на загрязненной территории.

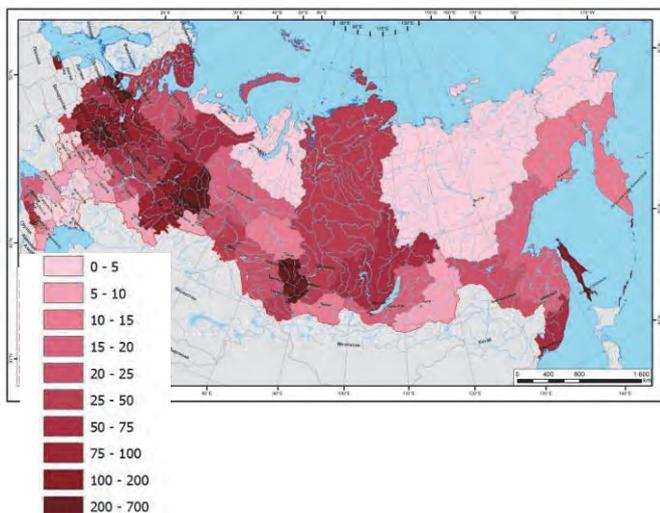


Рис. 44. Используемый объем услуги по обеспечению качества воды наземными экосистемами: объем очищенного стока на 1 га площади региона (м³/га/год)

Максимальный объем вод, очищенных наземными экосистемами, зарегистрирован для Красноярского края (6581 млн м³), поскольку при сравнительно высокой величине загрязненного стока (8885 млн м³) там велика доля лесов на загрязненных территориях (51,6 %). Минимальный очищенный объем воды приходится на Республику Калмыкия (4 млн м³) с ее крайне малым загрязненным стоком.

На рис. 44 представлена интенсивность очистки воды наземными экосистемами по субъектам Российской Федерации. Ее распределение напоминает таковое для загрязненного стока (рис. 43), однако есть и отличия, определяемые размещением загрязненных территорий по типам земного покрова, например в лесных зонах интенсивность очистки несколько усиливается.

Предоставленный объем услуги определен как потенциальная способность любых наземных экосистем очищать сток в зонах загрязнения. Оценка этого потенциала проводилась по той же процедуре, что и расчет фактической очистки загрязненного стока (т. е. используемого объема услуги), но не для загрязненных участков, а для всей территории каждого субъекта Российской Федерации. Максимальный потенциально очищаемый сток присутствует в Красноярском крае (341 144 млн м³), что связано с его большой площадью при относительно высокой доле лесного покрова. Минимальный – приходится на Курскую область (56 млн м³) с ее небольшой площадью, низкой лесистостью и малой удельной величиной стока. Суммарный объем потенциально очищаемого стока в России составляет 1 999 886 млн м³. Интенсивность потенциальной очистки воды максимальна в лесной и тундровой зонах (рис. 45), поскольку лес является наиболее эффективным очистителем загрязненного стока, а на Севере мала доля урбанизированных и пахотных земель.

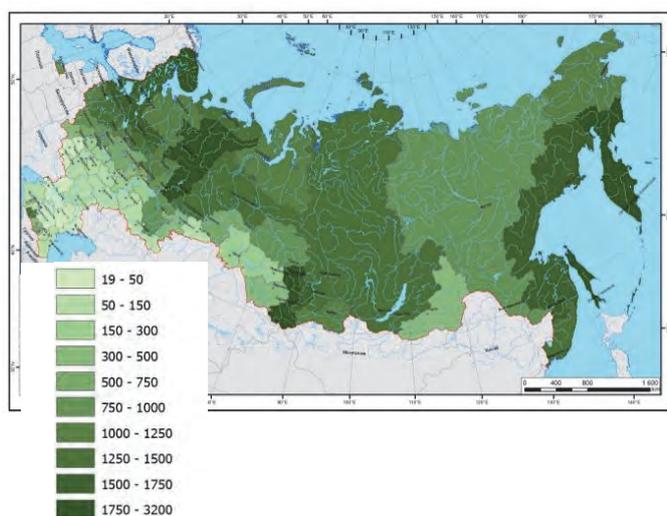


Рис. 45. Предоставленный наземными экосистемами объем услуги по обеспечению качества воды: объем потенциально очищенного стока на 1 га площади региона (м³/га/год)

Сопоставление предоставленного, необходимого и используемого объемов услуги.

Потребность в экосистемной услуге по очистке воды наземными экосистемами не может быть удовлетворена полностью. На устойчиво загрязненных территориях, которые всегда включают урбанизированные и пахотные земли, услуга по очистке воды не предоставляется или крайне ограничена. Часто наземные экосистемы не способны полностью очистить загрязненные воды, особенно в период снеготаяния. По этим причинам во всех регионах имеется остаток неочищенного стока (Vнеобходимый – Vиспользуемый), т. е. потребность в услуге нигде полностью не удовлетворена (рис. 46а).

Другой информативный показатель – степень использования услуги, т. е. отношение объемов очищенного стока: реального к потенциальному ($V_{используемый} / V_{предоставленный} \times 100\%$). На рис. 46б видно, что в наиболее промышленно освоенных регионах страны степень использования экосистемной услуги по очистке воды превышает 25 % (в Московской и Тульской областях – более 50 %), во многих других областях европейско-уральской части России и Западной Сибири она превосходит 10 %, а в северных и центральных регионах Сибири и Дальнего Востока – не превышает 2 %.

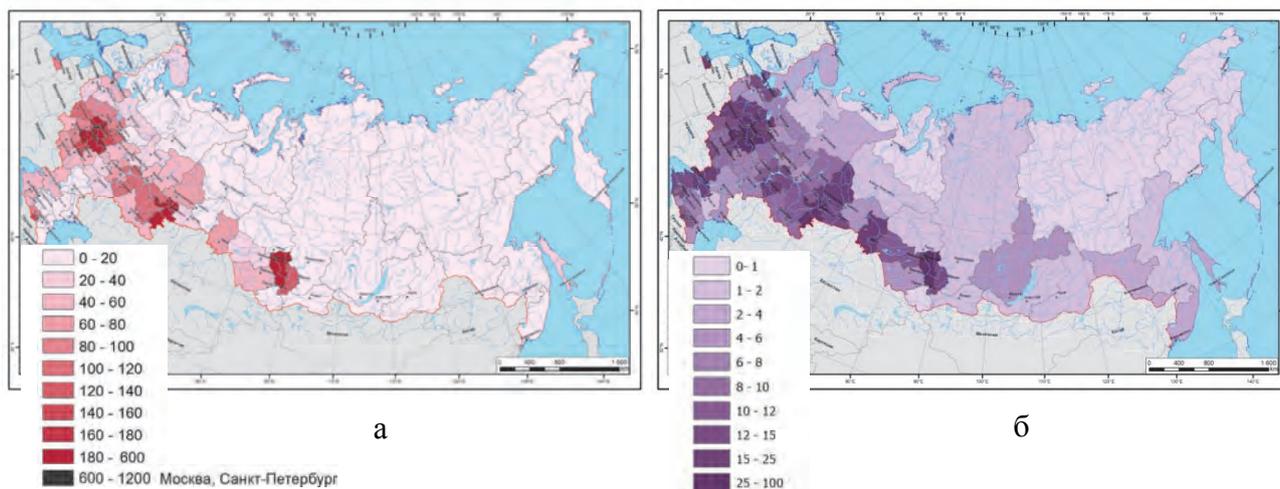


Рис. 46. Степень удовлетворения потребности в услуге по обеспечению качества воды наземными экосистемами и степень ее использования: а) остаток неочищенного стока ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$); б) доля реально очищенного стока в объеме потенциально возможного (%)

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги (ее предоставленного, необходимого и используемого объемов):

- фактическое распределение загрязненных территорий по типам земного покрова, которое может быть выявлено при использовании цифровых карт загрязнений (например: Прокачева, Усачев, 2006, 2010, 2011);
- уточненные значения степени очистки воды различными типами наземных экосистем;
- детальная информация о концентрациях загрязняющих веществ в компонентах стока с различных типов земного покрова (аналогичная представленной в табл. 11 для промышленно-урбанизированных территорий) для пересчета объема загрязненных вод в количества загрязнителей.

Обеспечение качества воды пресноводными экосистемами

Экосистемная услуга по обеспечению населения и хозяйства чистой водой чрезвычайно важна для экономики страны и благополучия населения, особенно в густонаселенных и промышленных или сельскохозяйственных регионах. Ее значение максимально на локальном и региональном (бассейновом) уровнях. Услуга включает два основных компонента: разбавление загрязнений до безопасных концентраций и преобразование поллютантов в безвредные вещества благодаря функционированию водных экосистем. Поэтому ее эффективность зависит от количества чистой воды в природных водоемах и от состояния водных сообществ растений, животных и микроорганизмов. Трансформации этих сообществ приводят к изменению функций пресноводных экосистем по очистке воды.

Наиболее важные факторы, влияющие на данную экосистемную услугу – загрязнение водоемов, гидротехническое строительство, инвазии чужеродных видов. Реки и озера России, расположенные в промышленных и урбанизированных регионах, существенно загрязнены. Наибольшими экологическими проблемами характеризуются реки Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей. Они оцениваются как загрязненные или экстремально загрязненные, а их крупные притоки: Ока, Кама, Томь, Иртыш (с Тоболом, Исетью, Миассом, Турой) – как сильно загрязненные (Государственный доклад «О состоянии и использовании...», 2015). Гидростроительство преобразовало большинство крупных рек в цепочки стоячих водоемов с переменным уровнем воды и существенно нарушенными экосистемами, подавленной флорой и фауной. Вселение чужеродных видов также меняет структуру водных экосистем и влияет на их функционирование. Соответственно изменилась способность всех таких водоемов поддерживать важнейшие экосистемные функции, в том числе по очистке воды.

Во времена Советского Союза функции установления стандартов качества воды для населения были возложены на санитарно-гигиенические службы Минздрава, а для водных обитателей – на Минрыбхоз. Научно-технический совет Минрыбхоза СССР, в рамках деятельности одной из своих межведомственных секций, контролировал разработку, обеспечивал обсуждение и представлял на утверждение критерии качества водной среды. К 2000 г. были установлены и утверждены государственные критерии ПДК для более 1000 веществ – по существу, экологические, хотя и назывались рыбохозяйственными. К сожалению, в начале 2000-х гг. эта система прекратила свое существование.

Необходимый объем услуги по очищению воды в природных водоемах определен как количество ежегодно поступающих в них загрязненных сточных вод (рис. 47). Для его оценки использовали соответствующие сведения из базы данных «Регионы России» за 2013 г. Под «загрязненными сточными водами» понимаются производственные и бытовые (коммунальные) стоки, сброшенные в поверхностные водные объекты без очистки (или после недостаточной очистки) и содержащие загрязняющие вещества в количествах, превышающих утвержденный предельно допустимый сброс. К ним не относятся коллекторно-дренажные воды, отводимые с орошаемых земель после полива.

Величины сброса, выраженные в миллионах кубометров, были отнесены к площадям субъектов Федерации, что позволило охарактеризовать его интенсивность ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$) в различных регионах (рис. 47). Интенсивность сброса сточных вод максимальна почти по всей европейско-уральской части России (за исключением северо-востока), где превышает показатель $20 \text{ м}^3/\text{га}$. Ее распределение в первую очередь определяется плотностью населения и размещением объектов промышленности.

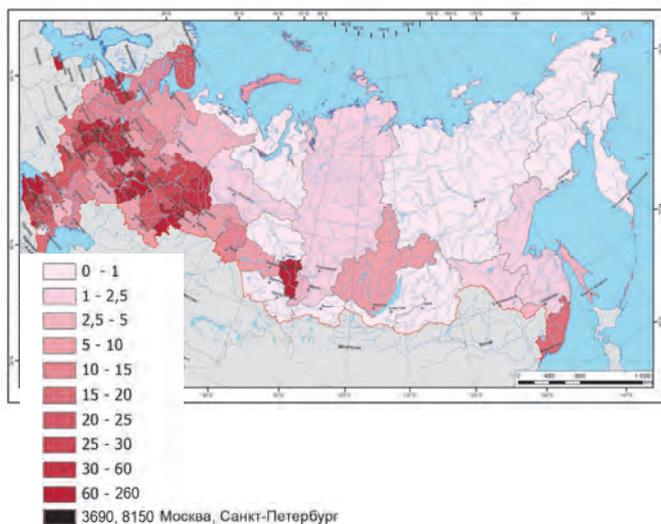


Рис. 47. Необходимый объем экосистемной услуги по очищению воды в природных водоемах: сброс загрязненных сточных вод на единицу площади региона ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$)

Поступающие в естественные водоемы сточные воды разбавляются природными водами, степень разбавления зависит от их соотношения, а также от концентраций загрязняющих веществ. Для выяснения этих концентраций нами были использованы сведения из государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году» (2014) (табл. 12).

Для дальнейших расчетов было принято допущение, что все загрязняющие вещества сбрасываются в водные объекты с загрязненными сточными водами, общий годовой объем которых в 2013 г. составил 15 189 млн м^3 (база данных Росстата «Регионы России»). Разделив массовые величины сброса загрязняющих веществ на общий объем сточных вод, получим концентрации загрязняющих веществ в сточных водах (табл. 12). Сопоставим найденные концентрации с соответствующими значениями ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Для большинства загрязнителей отношение концентрации к ПДК находится в пределах от 0,01 (мочевина) до 57 (взвешенные вещества). Из этого диапазона выбивается железо (с отношением 2136). Даже если использовать водно-хозяйственный ПДК для общего железа – 0,3 мг/л, его концентрация в сточ-

Таблица 12. Сброс загрязняющих веществ (Гос. доклад..., 2014), ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (Перечень..., 1999; Нормативы..., 2010), коэффициенты самоочищения (Стурман, 2003) и отношения концентраций загрязнений в сточных водах к их ПДК

Загрязняющие вещества	Сброс, т	Содержание в сточных водах, мг/л	ПДК, мг/л	Отношение содержания к ПДК	Коэффициент самоочищения, $1/\text{сут}$	Отношение содержания к ПДК с учетом трансформации загрязняющих веществ
Хлориды (Cl ⁻)	5 724 727	376,90	300	1,26	0,1	0,56
Железо (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	3 244 813	213,63	0,1	2136,29	0,1	959,90
Сульфат-анион (сульфаты) (SO ₄ ²⁻)	1 814 094	119,43	100	1,19	0,1	0,54
Нитрат-анион (NO ₃ ⁻)	437 873	28,83	40	0,72	0,9	0,00
Кальций (Ca ²⁺)	402 294	26,49	180	0,15	0,1	0,07
Натрий (Na ⁺)	374 559	24,66	120	0,21	0,1	0,09
Взвешенные вещества	215 574	14,19	0,25	56,77	0,15	17,10
Биохимическое потребление кислорода, полное	158 486	10,43	3	3,48	0,125	1,28
Бор (по B ³⁺)	102 883	6,77	0,5	13,55	0,1	6,09
Азот аммонийный	93 543,5	6,16	0,5	12,32	0,9	0,01
Фосфаты (по P)	25 043	1,65	0,15	10,99	0,9	0,01
Магний (Mg, все растворимые в воде формы)	34 535	2,27	40	0,06	0,1	0,03
Калий (K ⁺)	36 979,4	2,43	10	0,24	0,9	0,00
Лигнин сульфатный	11 722,9	0,77	2	0,39	0,1	0,17
Нитрит-анион (NO ₂ ⁻)	5817,83	0,38	0,08	4,79	0,14	1,56
Лигносulfат аммония	3561,12	0,23	1	0,23	0,1	0,11
Мочевина (карбамид)	6339,11	0,42	80	0,01	0,1	0,00
Жиры/масла (природного происхождения)	2761,27	0,18	0,01	18,18	0,1	8,17
Фтор (F)	2259,38	0,15	0,05	2,98	0,1	1,34
Нефть и нефтепродукты	2292,2	0,15	0,05	3,02	0,044	2,12
ОП-10 (эмульгатор, ПАВ)	1517,45	0,10	0,5	0,20	0,3	0,02
Бензол	656,8	0,04	0,5	0,09	0,044	0,06
Сумма отношений (без железа)				130,80		39,32

ных водах будет более чем на порядок выше, чем у взвешенных веществ. Анализ сведений по степени загрязненности рек различных бассейнов (Качество поверхностных вод..., 2012) показывает, что железо действительно входит в состав наиболее значимых загрязнителей, а превышения его ПДК в речных водах варьируют от единиц до десятков раз. Однако такая ситуация характерна и для ряда других загрязняющих веществ, т. е. в сравнении с ними ситуации с железом значимо не отличается. Учитывая это противоречие (величина сброса железа не подтверждается сведениями по мониторингу загрязнителей в речной воде), при дальнейшей оценке экосистемной услуги по разбавлению и трансформации загрязнений мы не принимали железо в расчет.

Практика установления нормативов на сброс загрязняющих веществ состоит в том, чтобы с учетом примесей, поступающих в тот или иной водоем, сумма отношений концентраций веществ в водном объекте к соответствующим им ПДК не превышала единицы (Владимиров, Орлов, 2009):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \quad (4)$$

где C_n – концентрация вещества n в водном объекте, а $ПДК_n$ – его предельно допустимая концентрация.

Значение, рассчитанное по данным табл. 12 в соответствии с левой частью уравнения 4, равно 130. Фактически это означает, что сбрасываемые сточные воды должны быть разбавлены по меньшей мере в 130 раз для достижения безопасных содержаний загрязнителей в водоемах. Напомним, что эта оценка не учитывает сбросы общего железа, иначе необходимое разбавление достигало бы не менее 2267 раз.

Предоставленный объем услуги по обеспечению качества воды определен как количество сточных вод, которые пресноводная экосистема разбавляет до безопасных концентраций, а содержащиеся в них поллютанты трансформирует в безвредные вещества. В настоящей публикации не рассматриваются отдельно такие важные процессы самоочищения вод, как аккумуляция загрязняющих веществ из водной толщи в донных и пойменных отложениях, поглощение загрязнений прибрежными растительными сообществами (и отложения, и биомасса могут впоследствии служить источниками вторичного загрязнения воды) и др. Именно совокупное действие всех этих процессов обеспечивает трансформацию загрязнений в водных экосистемах.

Рассмотрим ситуацию с разбавлением сточных вод (компонентом экосистемной услуги), попадающих в природные водоемы. В разделе «Водоохранные и водорегулирующие услуги» обсуждаются схемы формирования водного баланса территории и распределения по субъектам Российской Федерации суммарного стока, который и следует рассматривать в качестве основы предоставленного объема экосистемной услуги (ее компонента) по разбавлению загрязнений. Чем интенсивнее сток с территории субъекта РФ, тем большее количество сточных вод может быть разбавлено до безопасных концентраций. При этом следует учитывать, что около 53 % суммарного стока приходится на период снеготаяния и половодья. Продолжительность половодья на реках России обычно составляет 10–15 дней. Допуская, что сточные воды равномерно распределяются по сезонам года, следует признать, что сток весеннего половодья разбавляет лишь 3–4 % их общего объема. В этой связи сток весеннего половодья был исключен из суммарного стока при оценке компонента экосистемной услуги, обеспечивающего разбавление загрязнений.

Предоставленный объем экосистемной услуги (ее компонента) по разбавлению сточных вод оценивается как их среднее количество (на единицу площади региона), которое может быть безопасно разбавлено в водном стоке данного субъекта Российской Федерации. Другими словами, величина суммарного стока с территории региона (за вычетом стока весеннего половодья), поделенная на 130 (величину безопасного разбавления сточных вод), показывает объем сточных вод, который потенциально может быть разбавлен в регионе до безопасных концентраций загрязняющих веществ (рис. 48).

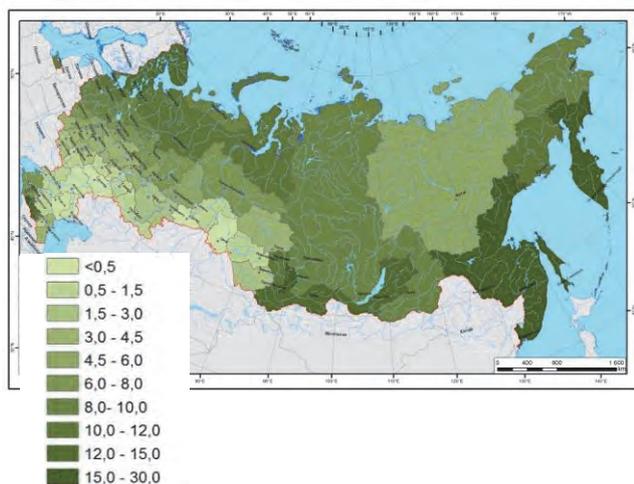


Рис. 48. Предоставленный объем экосистемной услуги (ее компонента) по разбавлению сточных вод, т. е. их количество на единицу площади региона, которое потенциально может быть разбавлено в природных водоемах до безопасных концентраций ($m^3/ga/год$)

Одна из особенностей предоставления услуги по разбавлению сточных вод заключается в том, что оно происходит не только за счет стока, который формируется на территории данного региона, но и в воде, поступившей из других регионов, находящихся выше по течению рек. Благодаря такой «межрегиональности» необходимость в этом компоненте экосистемной услуги может существенно превышать ее объем, предоставленный природными комплексами какого-либо региона.

Рисунок 49 демонстрирует соотношение между необходимым и предоставленным объемами экосистемной услуги (ее компонента) по разбавлению загрязнений (Vнеобходимый – Vпредоставленный). В большинстве регионов европейско-уральской части России, а также юга Западной Сибири необходимый объем услуги превышает предоставленный, т. е. разбавление вод не в состоянии обезвредить поступающие загрязнения (красная гамма на рис. 49). На карте показан объем сточных вод, в которых концентрация поллютантов остается опасной после их разбавления в водоемах, т. е. объем недостатка рассматриваемой экосистемной услуги. Нейтрализация загрязнений за счет разбавления возможна лишь в наименее урбанизированных регионах Российской Федерации со сравнительно невысоким уровнем развития промышленности (зеленая гамма на рис. 49), где наблюдается избыток предоставленной экосистемами услуги.

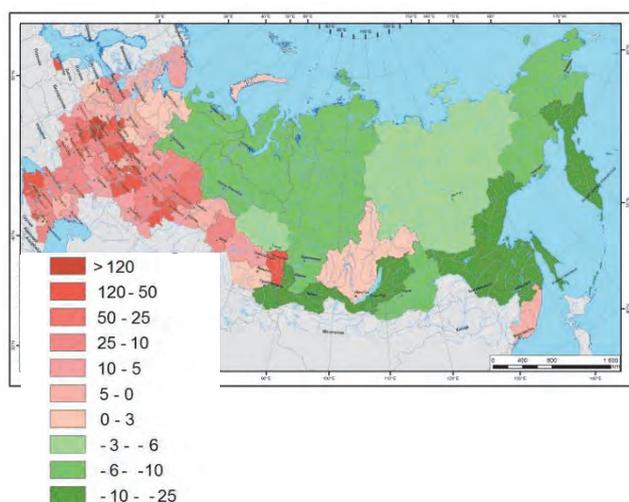


Рис. 49. Недостаток или избыток экосистемной услуги (ее компонента) по разбавлению сточных вод: их остаток, не разбавленный до безопасных концентраций (красная гамма), или неиспользованные возможности экосистем (зеленая гамма) на единицу площади региона ($m^3/ga/год$)

С учетом трансформации загрязняющих веществ из сточных вод (далее – самоочищение вод) предоставленный объем экосистемной услуги по их очищению в природных водоемах существенно увеличивается. Трансформации подвержены так называемые неконсервативные (в основном органические, в том числе биогенные) загрязняющие вещества, концентрация которых изменяется в результате химических, биохимических и физических процессов в вод-

ных объектах. Динамику их содержания в водоеме, как правило, описывают экспоненциальным уравнением (Калинин, 2010):

$$C_t = C_0 e^{-kt}, \quad (5)$$

где C_0 и C_t – начальная и конечная концентрации вещества, мг/л; t – период очищения, сутки; k – константа самоочищения, 1/сут.

Величина константы самоочищения для того или иного загрязняющего вещества зависит от его свойств, температуры воды, условий поступления кислорода в водный объект. Для водотоков эти коэффициенты примерно в 3 раза выше по сравнению со стоячими водоемами (Методика прогнозной оценки..., 1996). В ряде источников они приводятся для трех градаций температуры: выше 15 °, от 10 до 15 °, ниже 10 °С (Стурман, 2003). Показано, что константы самоочищения могут значительно (на порядок) отличаться в реках одного и того же речного бассейна (Калинин, 2010).

К сожалению, в доступных литературных источниках (Методика прогнозной оценки..., 1996; Стурман, 2003) коэффициенты самоочищения были приведены лишь для ограниченного числа загрязняющих веществ. При отсутствии фактических значений для того или иного вещества использовали следующие: 0,9 – для фосфатов и калия как распространенных биогенных элементов; 0,1 – для остальных веществ (хлориды, сульфаты, натрий, магний, бор и др.) (табл. 12).

Для осуществления расчетов по уравнению 5, помимо константы самоочищения, нужно знать период очищения, т. е. время, в течение которого вещество пребывает в воде, подвергаясь разложению. Поскольку в этой публикации не рассматриваются процессы, проходящие в морских экосистемах, период очищения может быть сопоставлен с длительностью обновления воды в реках, фактически совпадающей с временем ее добегаания от верховий до устья. Этот распространенный гидрометрический параметр активно используется при рассмотрении процессов разбавления и очищения загрязнений, прогнозировании паводков и прочих русловых явлений на локальном уровне. К сожалению, нам не удалось обнаружить в литературе обобщающей информации по времени обновления, времени добегаания либо мгновенному запасу воды в реках России, поэтому мы воспользовались оценкой времени обновления воды в реках мира, которое составляет 16 суток (Богословский и др., 1984). Корректность порядка этой оценки подтверждается моделированием бассейнового времени добегаания (Савичев, 2014) и непосредственными его измерениями в реках Тюменского региона (Калинин, 2010). Поскольку источники загрязнения расположены, как правило, вдоль всего русла реки, средний период очищения воды будет равен примерно половине времени обновления (добегаания), т. е. 8 суткам.

Количественная оценка эффекта самоочищения воды проведена следующим образом. По уравнению 5 с применением коэффициентов самоочищения (табл. 12) были получены величины уменьшения концентрации загрязняющих веществ за 8 суток (иначе говоря, расчет был проведен для $C_0 = 1$ и $t = 8$). Например, концентрация хлоридов, при константе самоочищения 0,1, через 8 суток будет равна 0,44 от исходной. Далее были рассчитаны произведения двух показателей: отношения содержания загрязняющего вещества в сточных водах к его ПДК и величины уменьшения концентрации этого вещества. Полученные значения показывают масштабы необходимого разбавления загрязнений с учетом трансформации вещества в течение 8 суток. Наконец, по уравнению 4 была найдена величина безопасного разбавления сточных вод, учитывающая процессы самоочищения воды.

Вычисления показывают, что благодаря самоочищению предоставленный экосистемами объем услуги по очистке загрязненных вод увеличивается в 3 раза по сравнению с одним лишь разбавлением, т. е. для достижения безопасных концентраций поллютантов сточные воды необходимо разбавить в 39 раз (вместо 130, см. рис. 48). Поэтому примерно на половине территории России предоставленный объем услуги по очищению воды в природных водоемах (разбавлению и самоочищению) превышает показатель 20 м³/га (рис. 50), характерный для регионов с максимальной интенсивностью сброса загрязнений (см. рис. 47).

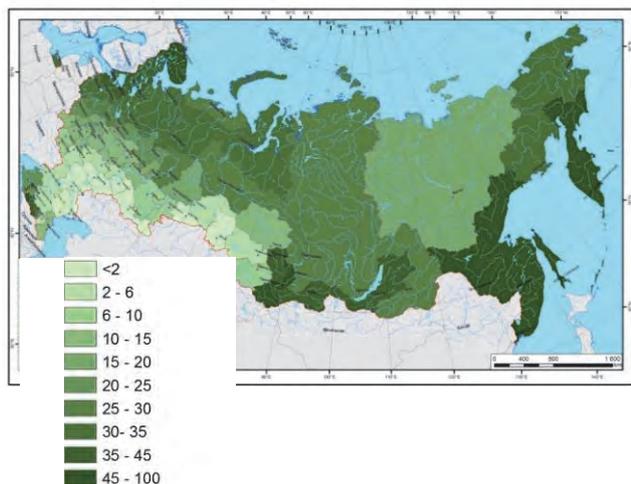
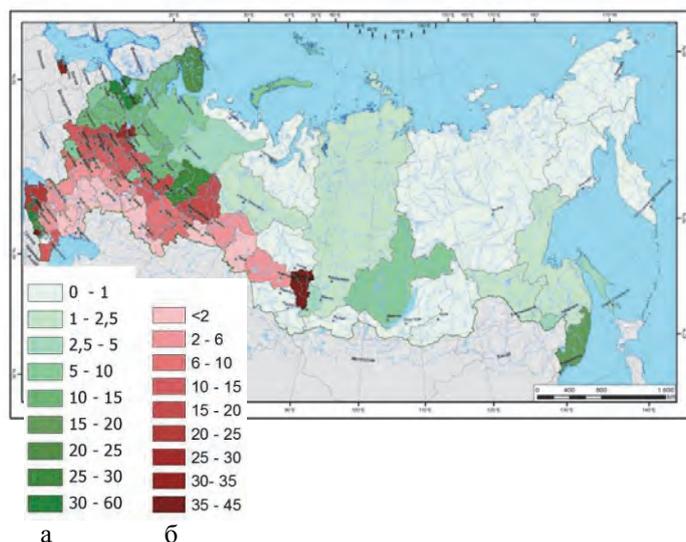


Рис. 50. Предоставленный объем экосистемной услуги по очищению воды в природных водоемах, т. е. количество загрязненных сточных вод на 1 га площади региона, которое потенциально может быть разбавлено и очищено до безопасных концентраций (м³/га/год)

Используемый объем экосистемной услуги равен количеству загрязнений, нейтрализованных благодаря разбавлению и самоочищению воды (рис. 51). Как уже было сказано, во многих регионах Российской Федерации масштабы сброса сточных вод превышают способности экосистем по их очистке (красная гамма на рис. 51). В этих регионах очищается лишь то количество сточных вод, которое могут нейтрализовать экосистемы, и используемый объем услуги равен этому количеству, т. е. предоставленному объему. В регионах, где сброс сточных вод меньше способности экосистем к их очистке (зеленая гамма на рис. 51), нейтрализуются все поступившие в водоемы загрязнения, т. е. используемый объем равен их сбросу (необходимому объему).



*Рис. 51. Используемый объем экосистемной услуги по разбавлению и самоочищению воды в природных водоемах – объем очищенных сточных вод (м³/га/год), соответствующий:
а – объему сброса сточных вод, который не превышает возможности экосистем региона по их очистке;
б – способности экосистем по очистке сточных вод, объем которых чрезмерен для данного региона*

Сопоставление предоставленного, необходимого и используемого объемов услуги по разбавлению и самоочищению воды. Для данной услуги информативен показатель ее недостатка или избытка ($V_{\text{необходимый}} - V_{\text{предоставленный}}$) (рис. 52), аналогичный приведенному для разбавления сточных вод (рис. 49). Вовлечение в оценку услуги процессов самоочищения приводит к сокращению числа субъектов РФ, испытывающих в ней недостаток, когда объем сброса сточных вод превышает возможности водных экосистем по их очистке. К ним относятся регионы с аридным климатом на юге европейской части России, а также ряд регионов с развитыми промышленностью и сельским хозяйством центра и юга Европейской России и юга Западной Сибири. Недостаток услуги по очищению воды в этих регионах свидетельствует о чрезмерном сбросе загрязненных стоков, что приводит к переэксплуатации речных и других водных экосистем.

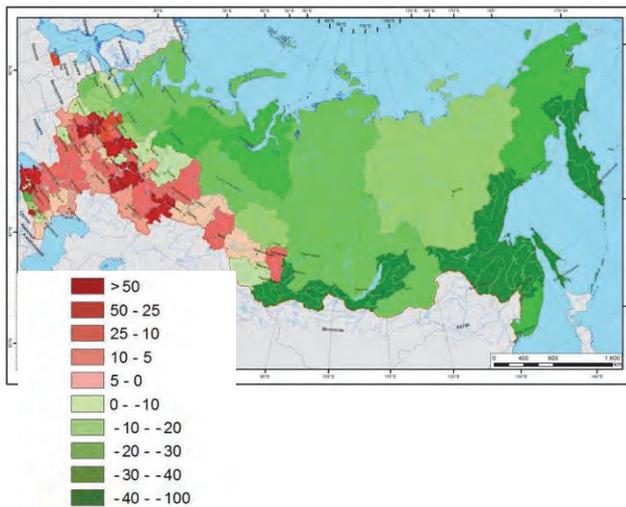


Рис. 52. Недостаток или избыток экосистемной услуги по разбавлению и самоочищению сточных вод в природных водоемах: их неочищенный остаток (красная гамма) или неиспользованные возможности экосистем (зеленая гамма), м³/га/год

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги:

- детальная информация о содержании загрязняющих веществ в сточных водах по регионам;
- значения коэффициентов самоочищения воды в водоемах с учетом их типа и зонального расположения;
- время прохождения воды от верховий до устьев рек для разных бассейнов.

Услуги по формированию и защите почв

Защита почв от эрозии, предотвращение пыльных бурь и оползней

Экосистемные услуги по формированию и защите почв от эрозии потенциально наиболее важны в следующих районах:

- сельскохозяйственных (лесостепных, степных, полупустынных) – формирование плодородных почв и их защита от ветровой и водной эрозии;
- горных – прежде всего защита почв от эрозии на склонах и предотвращение оползней.

Для России экосистемные услуги данной группы чрезвычайно важны, так как являются ключевыми факторами, определяющими эффективность сельского хозяйства и предотвращение угроз для объектов инфраструктуры, жилых и промышленных сооружений в горных районах.

Услуги природных экосистем в отношении формирования почв и защиты их от эрозии заключаются в предотвращении потери сельскохозяйственных и иных экономически важных угодий, снижения плодородия почв, сокращения их буферной функции по отношению к загрязнению, увеличения стока наносов в водоемы, их загрязнения и заиления, частоты пыльных бурь, оползней и селей и др.

В отношении формирования и сохранения плодородия почв эти услуги имеют локальный (точечный) масштаб действия. Предотвращение ущерба от пыльных бурь и стока наносов в водоемы следует рассматривать в региональном и бассейновом масштабах, поскольку в этих случаях пользу от функционирования экосистем получают население и хозяйства, расположенные не только там, где предотвращена эрозия, но и на соседних территориях, расположенных в направлении преобладающих ветров либо ниже по течению.

Защита почв от водной эрозии

Смыв почвы обычно возникает в лесной зоне при крутизне склона 1,5–2°, в лесостепи – 2°. Сильный смыв происходит в нарушенном лесостепном ландшафте при крутизне 5–8°, в степном – при 6–9° (Дьяченко и др., 1979). Однако при естественном сплошном растительном покрове эрозия в этих ландшафтных зонах незначительна, поскольку поверхностный сток невелик по сравнению с подземным. Влияние леса на уменьшение твердого стока обусловлено: уменьшением силы воздействия дождевых капель на почву, большой водопроницаемостью лесных почв, наличием лесной подстилки, мощной корневой системы, переводом поверхностного стока в почвенно-грунтовый. Но не все леса в одинаковой мере выполняют почвозащитную роль. Наиболее ярко она проявляется в лесах на песчаных, легко развеиваемых почвах, по берегам рек, водохранилищ, в овражно-балочных системах, на небольших участках лесов, расположенных среди сельскохозяйственных угодий, по границам с альпийскими лугами, а также на склонах крутизной более 10°. Особенно важна роль лесов в карстовых районах. Там значительная часть поверхностного и внутрпочвенного стока попадает в карстовые воронки, которые переводят его в глубокие водоносные горизонты (Побединский, 1979).

В районах преобладания эрозии от талых вод решающее значение имеет водопроницаемость почв в период снеготаяния, во многом зависящая от срока установления и мощности снегового покрова (Защитное..., 1986). В период снеготаяния на юге лесной зоны сток в лесу формируется только на суглинистых почвах при их достаточно глубоком промерзании. Весенний поверхностный сток в лесах на супесчаных и песчаных почвах отсутствует. Естественные некосимые луга также вполне хорошо предохраняют почву от промерзания благодаря мощной подушке отмерших трав. В результате в период снеготаяния сток с открытых пространств со сплошной травяной растительностью в лесостепной и степной зонах очень мал. Основной сток в ненарушенных условиях формируется в линейных понижениях рельефа, где происходит разгрузка грунтовых вод и полностью выклинивается верховодка и накапливаются большие запасы снега, сдуваемого с открытых пространств. Именно таяние снега в линейных

понижениях рельефа способствует формированию высоких паводков в лесостепи и степи (Голосов, 2006). Поэтому одна из важнейших функций лесонасаждений в зонах с дефицитным увлажнением состоит в сокращении избыточного накопления снега в эрозионных формах (прежде всего в оврагах) и, следовательно, в сокращении возможности их лавинообразного роста (регрессивной и боковой эрозии). Кроме того, накопление снега в защитных лесонасаждениях и на примыкающих участках полей способствует меньшему промерзанию почв, более раннему их оттаиванию и, как следствие, росту доли подземного стока вместо вызывающего эрозию поверхностного стока.

Наиболее важны почвозащитные функции лесов, однако абсолютизация их ценности не всегда правомерна. Противоэрозионное лесоразведение не всегда оправдано для степной зоны, прежде всего в регионах, где нарушенность распашкой естественных степных ландшафтов близка к максимальной. Здесь оно ставит под угрозу само существование зональных экосистем, сохранившихся в основном на склонах эрозионных форм. Стремление к почти тотальному залесению непригодных для земледелия склонов, проявляющееся, например, в Белгородской, Липецкой, Самарской, Саратовской областях, в Ставропольском крае и в Украине, противоречит зональной природе степей и интересам сохранения зональных экосистем как хранителей генофонда, в том числе многих исчезающих видов степных растений и животных (Степные регионы..., 2010; Гусев, 2012; Бурковский, 2013). Подготовка почв под лесопосадки с уничтожением степной дернины на таких склонах сама по себе способна вызвать эрозию, которая могла бы эффективно сдерживаться нормально развитыми зональными степными фитоценозами (Титова, 2013). В результате попытка оптимизации одной экосистемной услуги (защита почв от эрозии) может оборачиваться утратой другой услуги (поддержание биологического разнообразия).

Активное проведение противоэрозионных мероприятий с использованием агролесомелиорации может иметь и обратную сторону, которая фактически может уничтожить результаты максимизации соответствующей экосистемной услуги лесов. Есть сведения, что ввиду уменьшения стока наносов с пашни неизбежно активизируется вторичное врезание в днища долин верхних звеньев флювиальной сети, обусловленное сокращением поступления наносов при неизменном поверхностном стоке воды. Это, с одной стороны, приводит к росту стока наносов и увеличению доли сопутствующих им загрязняющих веществ в нижележащие звенья флювиальной сети, с другой – может стимулировать развитие регрессивной эрозии в днищах относительно стабильных оврагов и даже формированию новых оврагов (Голосов, 2006).

Само по себе формальное увеличение лесистости на исходно малолесных или безлесных территориях с целью предотвращения эрозии может не давать искомого результата, если не сопровождается ландшафтно-адаптивным размещением лесных элементов. Хорошо известен негативный опыт развития эрозии при размещении лесополос вдоль склона, в результате чего у опушек накапливается избыточное количество снега, а при весеннем снеготаянии образуется интенсивный сток вниз по склону с образованием эрозионных форм (Кирюшин, 2000).

Лесопосадки в аридных регионах (от сухой степи до полупустыни) чреваты дополнительными негативными последствиями: иссушением водоносных горизонтов почвы под древостоем в сочетании с понижением весенней влагозарядки участков между лесополосами (так как снег сдувается с них и накапливается в древостоях). Кроме того, в этих подзонах искусственно созданные древостои на водоразделах не становятся самоподдерживаемыми. Они неустойчивы к болезням и вредителям, гибнут от засух и морозов, деревья живут недолго и не дают спонтанного подроста – в итоге лесополоса требует ежегодных вложений для ее поддержания.

Существующие оценки противоэрозионной роли природных экосистем, прежде всего лесов, основаны на зависимостях между облесенной долей водосборных бассейнов и объемом стока наносов, выносимых в реки. Большинство оценок сделаны для возвышенных лесостепных и степных районов европейской территории страны. А.А. Молчанов (1966) рассчитал, что для защиты почв от водной эрозии минимально необходимая («оптимальная») противоэрозионная лесистость водосборных бассейнов в зависимости от расчлененности рельефа долж-

на составлять от 2 до 20 %, в том числе в пределах собственно эрозионных форм рельефа – не менее 50 %. В районах со слабой всхолмленностью лесистость водосборов должна быть не ниже 5–10 %, а при сильно расчлененном рельефе – не ниже 12–20 %. В ходе осуществления агролесомелиоративных проектов в Самарской области получены оценки необходимой лесистости в 18 %. Аналогично для Каменной степи (зона лесостепи) в Воронежской области: при лесистости 6 % сток наносов по сравнению с открытой степью уменьшился вдвое, а при 18 % прекратился полностью (Дьяченко и др., 1979). В преимущественно степной Волгоградской области минимально необходимая лесистость оценена в 8 %. По оценкам В.М. Ивонина (2007), в степной зоне общая облесенность бассейна реки должна составлять не менее 15–20 % территории, а залуженность – 20–30 %. Нормативные показатели существенно ниже: доля защитных лесных полос от площади пашни составляет для лесостепных районов 2,3–2,7 %, в степных 3–4 %, в районах сильной ветровой эрозии, на склоновых землях и легких песчаных почвах 5–7 %. Под противоэрозионные лесонасаждения отводится от 3 до 7 % сельскохозяйственных угодий (Защитное..., 1986).

Необходимо подчеркнуть, что в перечисленных выше оценках учитывается почвозащитная роль только лесонасаждений. Однако известно, что сток наносов с целинной степи без леса почти отсутствует. Поэтому почвозащитную роль нелесных природных экосистем также необходимо принимать во внимание.

В лесной зоне установлена прямая зависимость модулей стока наносов от степени распаханности бассейна. Для широколиственной подзоны особенно сильный их рост наблюдается при распаханности выше 50 %. В лесостепи существует обратная зависимость модулей стока наносов от залесенности бассейнов, более резкая – для малых рек. При залесенности 15–25 % и распаханности до 60 % около 80 % взвешенных наносов имеют бассейновое (т. е. не русловое) происхождение. В степи на долю бассейновой эрозии приходится 90 % наносов. Критическое значение степени распаханности лесостепных и степных ландшафтов, при которой происходит резкое увеличение эродированности, находится в пределах 10–30 %. Так, когда площадь пашни Бие-Чумышской возвышенности в Алтайском крае не превышала 30 %, смыв почв со склонов не оказывал существенного влияния на сток наносов рек. После распашки целинных земель доля пашни возросла до 70–80 %, что привело к росту как склонового смыва, так и темпов прироста оврагов. В пределах Урало-Тобольского плато сразу после освоения целины и увеличения площади пашни с 10 до 40 % резко возрос коэффициент поверхностного стока воды и на несколько порядков увеличился сток наносов со склонов в речную сеть (Голосов, 2006).

Для ландшафтов горной тайги и горных смешанных лесов установлено, что снижение залесенности, которая и определяет в основном процент эрозионно неактивных земель, с 90–100 % до 40–50 % повышает интенсивность эрозии в 4 раза. Преобладание русловой эрозии наблюдается только при залесенности не менее 80 %. В горной лесостепи во всех бассейнах независимо от степени их освоенности наиболее сильны бассейновая эрозия и денудация (Дедков, Мозжерин, 1984). В горах Кавказа при лесистости 70 % твердый сток формируется исключительно за счет взвешенных наносов, донные полностью отсутствуют (Побединский, 1979). Лесистость горных регионов Урала должна быть не менее 50–60 %, а в лесостепной зоне – 20–30 %. Для горных условий Южного Урала критической лесистостью некоторые исследователи считают даже 70 %. Однозначно практически всеми исследователями признано, что в горных условиях лесистость элементарных водосборов не должна быть менее 50–60 % (Луганский и др., 2010).

В Прототипе национального доклада в качестве поставщиков экосистемных услуг по защите почв от эрозии рассматриваются природные (слабо измененные человеком) наземные экосистемы.

Предоставленный объем услуги можно оценить через площадь, защищенную экосистемами от эрозии, или через объем почвы, эрозия которой предотвращена ими. Найти данные, которые позволили бы вычислить эти показатели на всей территории России, на настоящем этапе исследований не удалось. Поскольку количественная оценка услуги оказалась невозможной, она представлена в баллах и относится не только к водной, но и к ветровой эрозии.

Предоставленный объем услуги по предотвращению эрозии почв на всей территории страны рассматривается как величина, пропорциональная площади природных экосистем в регионах. Его балльная оценка (рис. 53) сделана на основе полученных ранее данных о доле площади природных территорий в регионах (см. рис. 6).

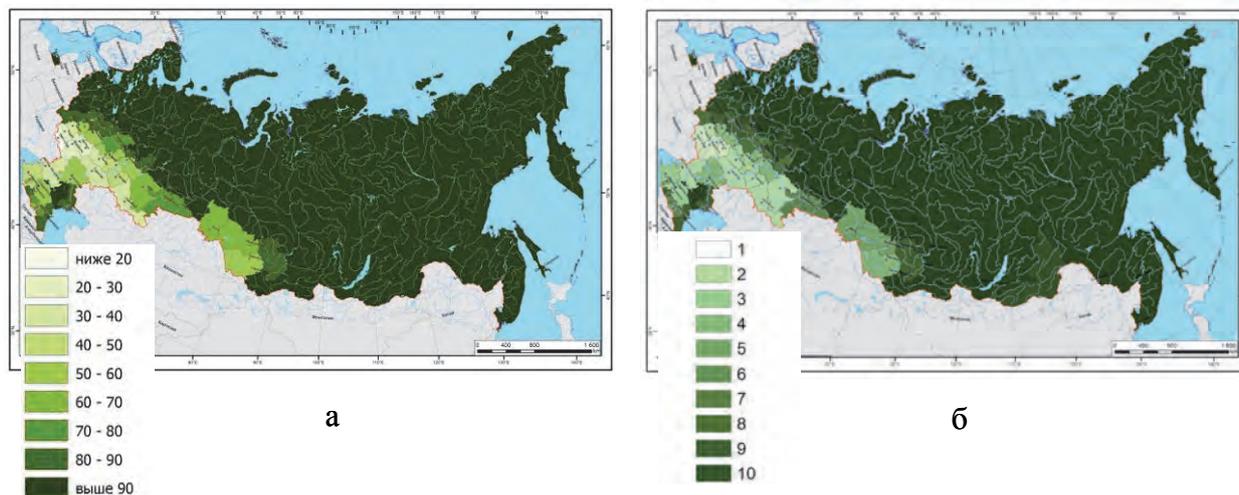


Рис. 53. Предоставленный экосистемами объем услуг по предотвращению водной и ветровой эрозии почв на всей территории страны:
 а) доля площади природных территорий в регионах (%);
 б) балльная оценка предоставленного объема услуги

Предоставленный объем услуги по предотвращению эрозии сельскохозяйственных земель оценен отдельно. Для этого вычислена площадь природных экосистем в 1-километровых зонах, окружающих сельскохозяйственные угодья. На карте наземных экосистем Барталева и др. (2004) были выделены и векторизованы сельскохозяйственные угодья: пахотные земли и их сочетания с лесными и травяными сообществами (croplands, forest-cropland complexes, cropland-grassland complexes) (желтый цвет на рис. 54). Затем вокруг них построены буферные зоны шириной 1000 м (на рис. 54 их границы показаны красным цветом).



Рис. 54. Выделение буферных зон шириной 1 км вокруг сельскохозяйственных угодий

Далее для каждого региона была подсчитана суммарная площадь буферных зон и ее доля от площади региона (рис. 55а), на основе чего сделана балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги по предотвращению эрозии сельскохозяйственных земель (рис. 55б).

Количественные оценки почвозащитной роли лесов и других природных экосистем могут быть в дальнейшем сделаны на основе моделирования процессов эрозии с учетом типов почв и растительности, рельефа и региональных климатических характеристик.

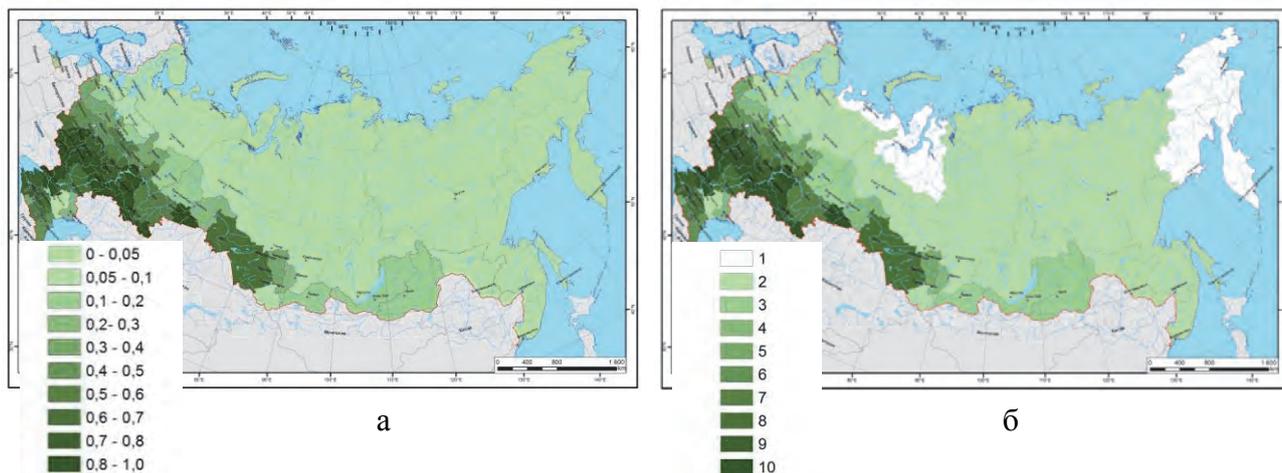


Рис. 55. Предоставленный объем услуг по предотвращению водной и ветровой эрозии сельскохозяйственных земель: а) доля площади буферных зон в площади регионов (%); б) балльная оценка предоставленного объема услуги (белый цвет – регионы, где, в соответствии с базой данных «Регионы России», посадок сельскохозяйственных культур нет)

Используемый объем услуги по защите почв от водной эрозии – это размер хозяйственного ущерба из-за эрозии этого типа, предотвращенного экосистемами. Здесь он рассматривается как величина, пропорциональная двум показателям: площади сельскохозяйственных культур в регионе и степени эрозии сельскохозяйственных земель. Балльная оценка первого показателя выполнена на основе сведений о доле площади сельскохозяйственных культур в регионах по базе данных «Регионы России». Балльная оценка второго показателя получена с использованием карты распространения эрозии почв в России (Национальный атлас почв РФ), на основании которой подсчитана суммарная площадь территорий со смытыми сельскохозяйственными почвами и ее доля от площади каждого региона.

Комбинация этих двух показателей позволила получить балльную оценку используемого объема услуги по предотвращению водной эрозии (рис. 56), которую также можно рассматривать применительно к **необходимому объему услуги**.

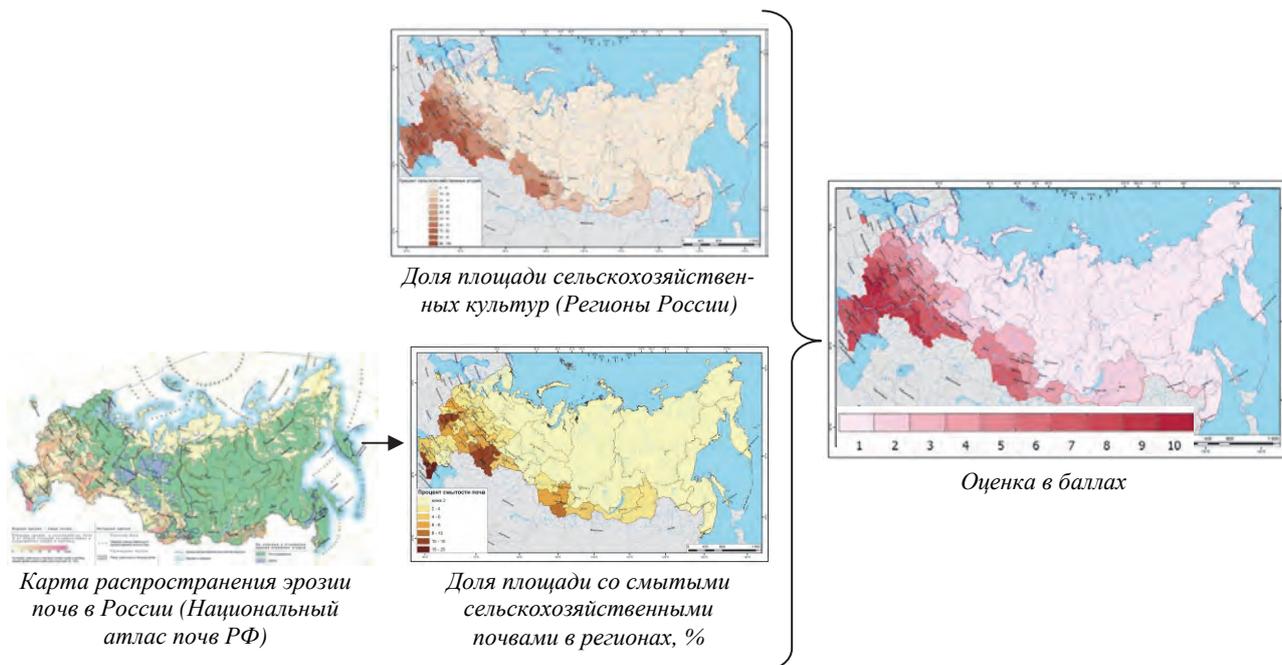


Рис. 56. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по предотвращению водной эрозии и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги. Сопоставление балльных оценок (Впредоставленный – Виспользуемый) для услуги по предотвращению водной эрозии *на всей территории страны* показывает, что в регионах с ее интенсивным использованием оценки предоставленного объема, как правило, низки и наоборот. Такой результат фактически отражает лишь то, что основная причина сокращения площади природных экосистем – это сельскохозяйственное использование территории и что эрозия почв наиболее интенсивна в сильно распаханных регионах. На рис. 57а видно, что в северной половине европейской части страны и почти на всей азиатской природные факторы, обеспечивающие услугу, относительно более сильны, чем факторы ее использования (зеленый цвет). Социально-экономические факторы использования услуги относительно преобладают в сельскохозяйственных регионах на юге европейской части страны и Западной Сибири (красный цвет). Промежуточное положение занимают регионы, где природные и социально-экономические факторы относительно уравновешены (белый цвет).

Сопоставление балльных оценок услуги для *сельскохозяйственных земель* (Впредоставленный – Виспользуемый) дает неоднозначную картину (рис. 57б). Поскольку в качестве природных факторов, обеспечивающих выполнение услуги, в анализе учитывались только природные экосистемы, прилегающие к сельскохозяйственным землям, в северных, сибирских и дальневосточных регионах, где площадь таких угодий относительно невелика, эти факторы также получили низкую оценку, но все же преобладают над социально-экономическими, определяющими использование услуги (светло-зеленый цвет на рис. 57б). Преобладание природных факторов, обеспечивающих услугу, в сельскохозяйственных регионах центра европейской части страны и юга Западной Сибири объясняется высокой долей площади природных экосистем, прилегающих к сельхозугодьям. Среди регионов, где преобладают социально-экономические факторы, определяющие использование услуги и потребность в ней, выделяются республики Калмыкия и Алтай (темно-красный цвет). В Калмыкии велика доля сельскохозяйственных земель (что увеличивает использование услуги и потребность в ней), но при этом относительно мала площадь природных экосистем вокруг сельхозугодий (что уменьшает объем предоставленной услуги). В Республике Алтай велика доля территорий со смытыми сельскохозяйственными почвами (что увеличивает потребность в услуге) при относительно небольшой площади посевов и, соответственно, окружающих их экосистем (что уменьшает предоставленный объем услуги).

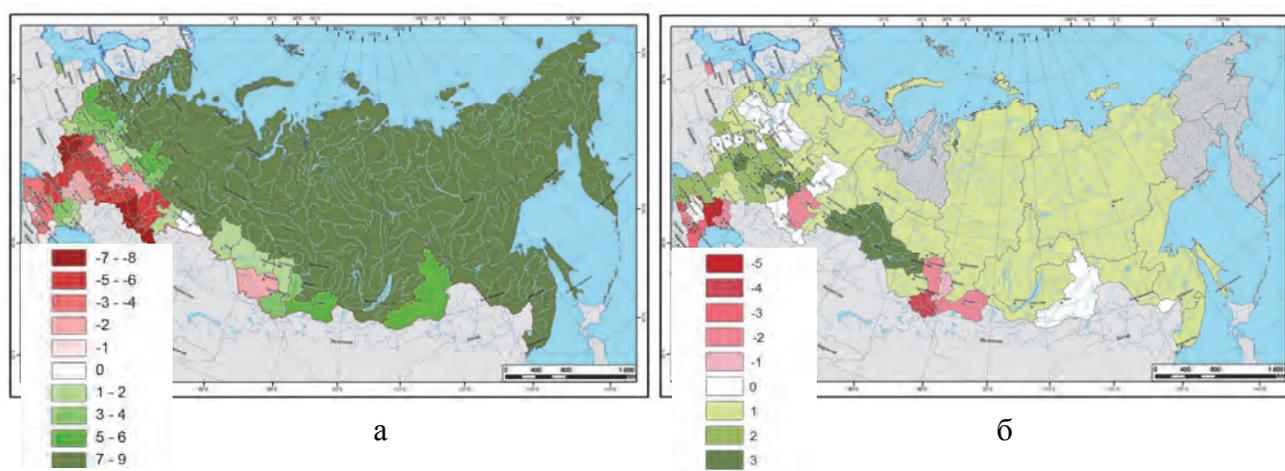


Рис. 57. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по предотвращению водной эрозии почв: а) для всей территории страны; б) для сельскохозяйственных земель (серым цветом обозначены регионы, где, по базе данных «Регионы России», посадки сельскохозяйственных культур отсутствуют)

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

- площадь природных экосистем в пределах малых и средних водосборных бассейнов;
- зависимости между площадью природных экосистем и степенью эродированности земель (объемом смытой почвы), выявленные для малых и средних водосборных бассейнов;
- данные для моделирования процесса эрозии (зависимость ее интенсивности от рельефа, типа почв, типа растительности, регионального климата и т. п.)

Для оценки *используемого (необходимого)* объема:

- площадь эродированных сельскохозяйственных земель;
- площадь эродированных земель, оказывающих влияние на другие отрасли хозяйства: судоходство, рыболовство и рыбоводство и другие (кроме оползней и селей).

Защита почв от ветровой эрозии

Предоставленный объем услуги по предотвращению ветровой эрозии почв определен так же как для услуги по защите почв от водной эрозии (см. рис. 53 и 55).

Используемый объем услуги по предотвращению ветровой эрозии почв, аналогично водной эрозии, пропорционален двум показателям: площади сельскохозяйственных угодий и наличию ветровой эрозии почв в регионах. Балльная оценка первого показателя идентична таковой в отношении водной эрозии. Оценка второго показателя сделана на основе карты распространения основных типов эрозии почв по источнику «Земельные ресурсы России». Комбинация этих двух показателей позволила получить балльную оценку используемого объема услуги по предотвращению ветровой эрозии почв (рис. 58), которая может служить и оценкой **необходимого объема услуги**.

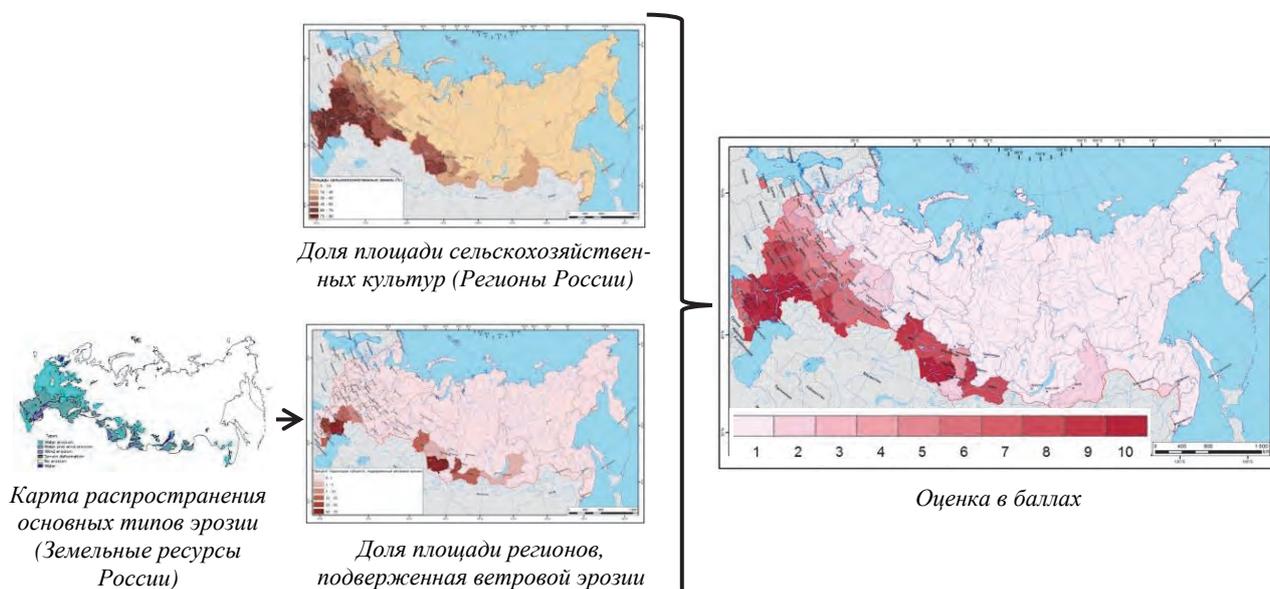


Рис. 58. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по предотвращению ветровой эрозии и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги по предотвращению ветровой эрозии (Предоставленный – Используемый), дает результат, аналогичный водной эрозии. Для услуги на *всей территории страны* картина распределения используемого (необходимого) объема по регионам практически обратна распределению предоставленного объема. На рис. 59а видно, что в северной половине европейской части страны и почти на всей азиатской природные факторы, обеспечивающие услугу, относительно более сильны, чем факторы ее использования (зеле-

ный цвет). Социально-экономические факторы использования услуги относительно более сильны в сельскохозяйственных регионах (красный цвет). Промежуточное положение занимают регионы, где природные и социально-экономические факторы примерно уравновешены (белый цвет).

Сопоставление оценок услуги для *сельскохозяйственных земель* (рис. 59б) показывает, что социально-экономические факторы, определяющие использование услуги и потребность в ней, преобладают в регионах, где распространена ветровая эрозия (см. рис. 58).

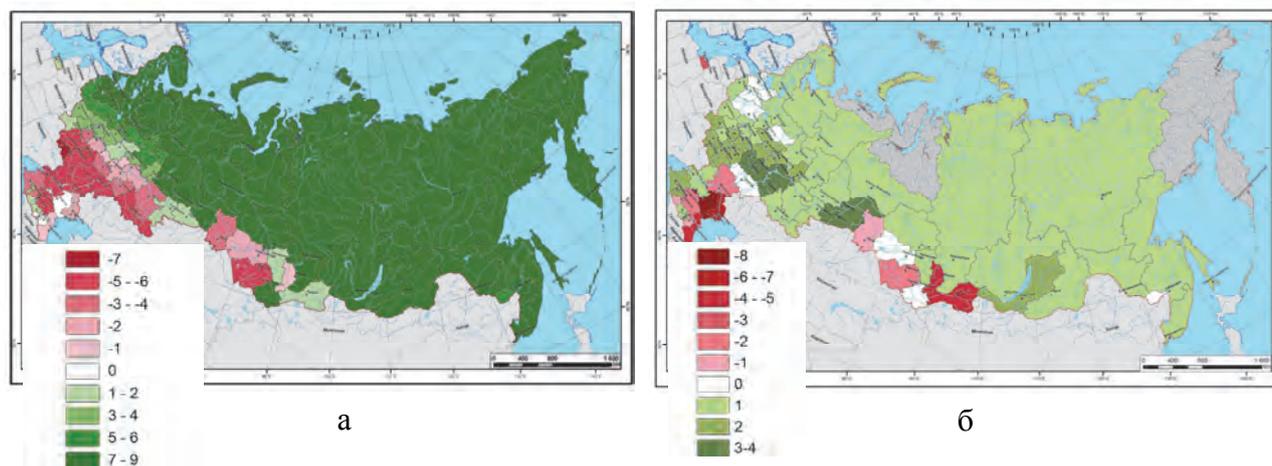


Рис. 59. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по предотвращению ветровой эрозии почв: а) для всей территории страны; б) для сельскохозяйственных земель (серым цветом обозначены регионы, где, по базе данных «Регионы России», посадки сельскохозяйственных культур отсутствуют)

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

- зависимости между площадью природных экосистем и степенью эродированности земель (объемом унесенной ветром почвы);
- данные для моделирования процесса эрозии (зависимость ее интенсивности от рельефа, типа почв, типа растительности, регионального климата и т. п.).

Для оценки *используемого (необходимого)* объема:

- площадь эродированных сельскохозяйственных земель;
- площадь эродированных земель, оказывающих влияние на другие отрасли хозяйства;
- ущерб от принесенной ветром пыли.

Предотвращение сноса грунта в водоемы

Данная экосистемная услуга проанализирована на уровне постановки задачи. Масштаб действия услуги – бассейновый, поскольку пользу от предотвращения сноса грунта в водоемы благодаря функционированию экосистем получают население и хозяйства, расположенные ниже по течению.

Предоставленный объем услуги равен величине предотвращенного экосистемами сноса грунта в водоемы, который может быть оценен на основании зависимости между площадью природных экосистем в бассейнах и величиной сноса грунта, если таковую удастся выявить. Очевидно, что для этого необходимо учитывать разные типы рельефа и почв. Предварительно интенсивность сноса грунта может быть оценена по данным Национального атласа России (рис. 60).

Используемый объем услуги – это величина предотвращенного экосистемами сноса грунта в водоемы, который наносит непосредственный экономический ущерб. Если экосистемы

препятствуют сносу грунта в местах, где отсутствует население и хозяйство, там данная услуга не используется. Негативное влияние от сноса грунта в водоемы может ощущать население, использующее загрязненную воду, и различные отрасли экономики, в том числе промышленность, сельское и коммунальное хозяйства, рыболовство и рыбоводство, судоходство. Эти компоненты потенциального ущерба нужно учитывать при оценке используемого и необходимого объемов экосистемной услуги.

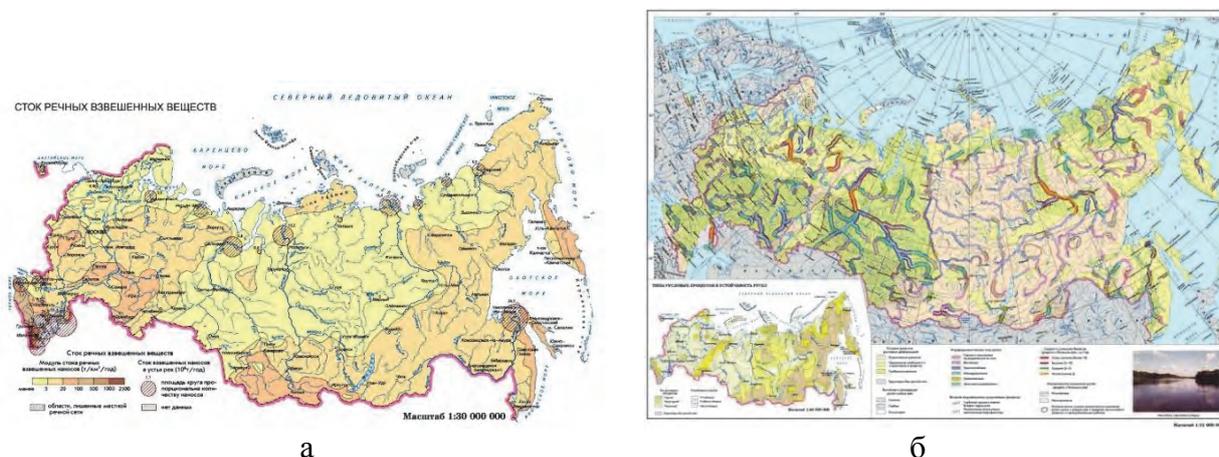


Рис. 60. Примеры карт для оценки предоставленного объема экосистемной услуги по предотвращению сноса грунта в водоемы (Национальный атлас России, т. 2): а) сток речных взвешенных веществ; б) русловые процессы, включая заиление

Предотвращение оползней и селей

Данная экосистемная услуга проанализирована на уровне постановки задачи. Она выполняется экосистемами прежде всего в горной местности и районах с хорошо выраженным рельефом (рис. 61) и может быть важна в регионах, где наблюдаются интенсивные процессы разрушения берегов водоемов.



Рис. 61. Распространение селей (Национальный атлас России, т. 2)

Показатель **предоставленного объема услуги** – снижение вероятности схода селей и возникновения оползней при наличии природных экосистем на склонах и берегах.

Показатель **используемого объема услуги** – снижение вероятности селей и оползней, которые могут нанести ущерб людям и хозяйству. Основные факторы, влияющие на него, – плотность населения, региональный ВВП, стоимость основных фондов (например, по базе данных «Регионы России»).

Формирование биопродуктивности почв

Данная экосистемная услуга проанализирована на уровне постановки задачи.

Влияние природных экосистем на почвы, которые являются их частью, не относится к экосистемным услугам. Это пример экологических процессов, лежащих в основе функционирования природных экосистем (рис. 2). К числу экосистемных услуг можно отнести влияние природных экосистем на используемые (в настоящее время и в недалеком прошлом) человеком почвы, в том числе:

1. Влияние природных экосистем на биопродуктивность почв, которые используются человеком. Известно, например, что лес на определенном расстоянии влияет на свойства почв на прилежащих полях. Воздействие природных экосистем на продуктивность сельскохозяйственных почв многофакторно, включая регулирование содержания влаги, органических веществ, разнообразия почвенной биоты и др.

2. Формирование биопродуктивности почв, которые прежде не были освоены, но в настоящее время используются человеком, т. е. эта неотъемлемая функция природной экосистемы становится услугой, когда распаивается целина.

3. Восстановление природными экосистемами биопродуктивности почв, ранее нарушенных хозяйственной деятельностью, в частности, на залежах и сбитых пастбищах. Так, в 2005 г. залежей только в степной части Российской Федерации было около 27 млн га, площадь сбитых пастбищ составляла миллионы гектар. В основном забрасывали пашни и пастбища с сильно пониженной продуктивностью. Такие территории с деградированными почвами составляли десятки процентов от общей площади посевов и естественных пастбищ в стране. После 10 и более лет демутационной сукцессии почвы существенно улучшили основные показатели.

4. Формирование почв на техногенных субстратах – горнорудных и дражных отвалах, стенках и днищах котлованов, наносах отстойников и очистных сооружений и пр.

Самоочищение почв от загрязнений

Оценка данной услуги произведена в баллах.

Предоставленный объем услуги оценен по способности почв к самоочищению по данным из Национального атласа России (т. 2) (рис. 62а). В использованной из атласа карте эта способность почв ранжирована по 5-балльной шкале: очень высокая (5), высокая (4), средняя (3), низкая (2), очень низкая (1). Карта была векторизована, после чего определена площадь для каждого балльного значения во всех субъектах РФ. Затем, с учетом этих площадей, вычислен средний балл для каждого региона и получена 10-балльная оценка объема предоставленной услуги (рис. 62б).

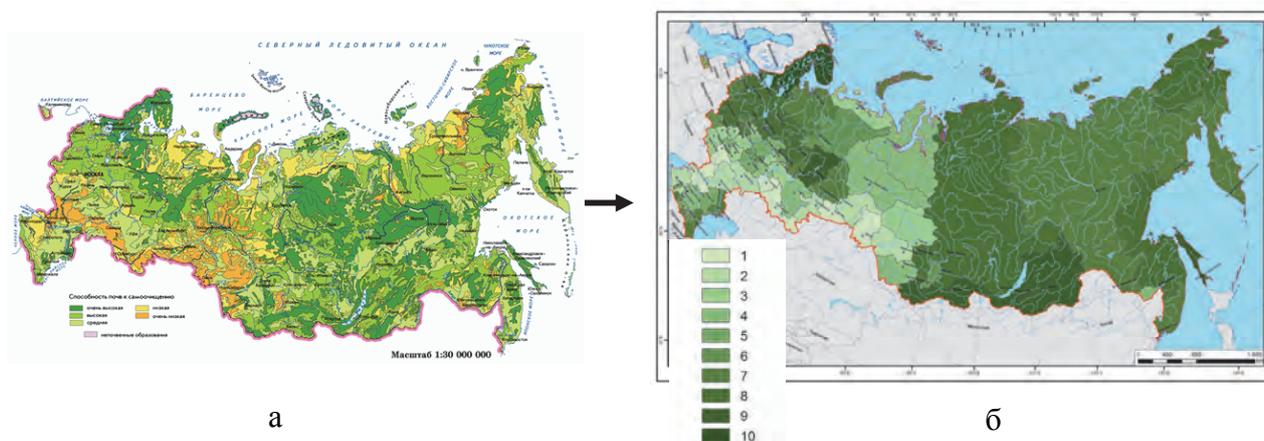


Рис. 62. Предоставленный объем экосистемной услуги по самоочищению почв: а) карта «Способность почв к самоочищению» (Национальный атлас России); б) балльная оценка предоставленного объема услуги

Необходимый и используемый объемы услуги определяются величиной снижения непосредственного ущерба от загрязнения почв. В качестве основных факторов, влияющих на этот показатель, учтены следующие (рис. 63):

- плотность населения (база данных Росстата «Регионы России»);
- доля площади сельскохозяйственных культур в регионах (база данных «Регионы России»);
- доля площади загрязненных территорий в регионах (по данным: Прокачева, Усачев, 2004).

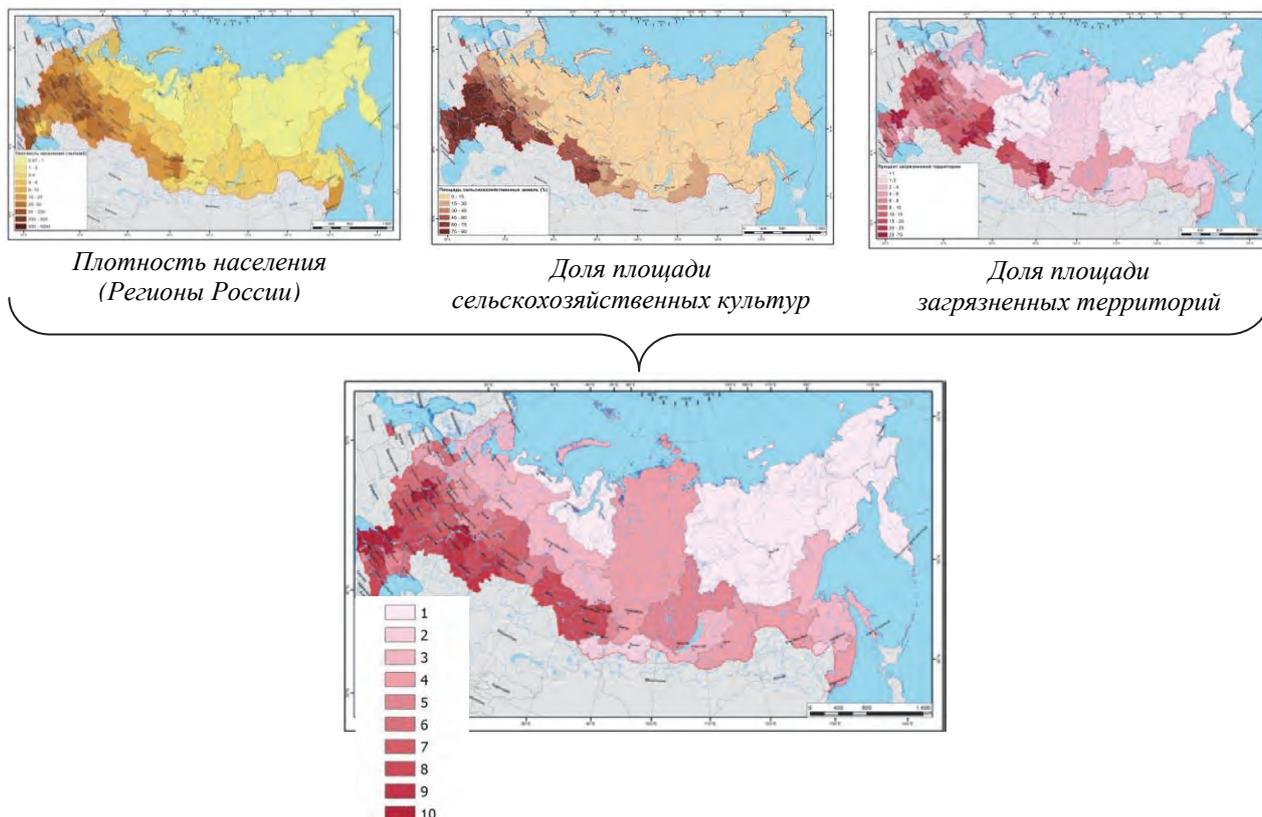


Рис. 63. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по самоочищению почв и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги, показывает, что их распределение по территории России имеет взаимообратный характер, как и для других экосистемных услуг из «почвенной» группы (рис. 64).

Максимальная потребность в услуге и ее наиболее интенсивное использование наблюдаются в сельскохозяйственных регионах южного пояса страны, где все три учтенных фактора (плотность населения, площадь сельскохозяйственных угодий, степень загрязненности почв) имеют самые высокие значения. Но именно в таких регионах предоставленный объем услуги минимален. Наивысшую способность к самоочистке имеют почвы лесной зоны (за исключением болот), где регионы меньше нуждаются в этой услуге. Балльная оценка степени ее использования и степени удовлетворения потребности в ней (которые в данном случае совпадают, Упредоставленный – Уиспользуемый) показывает, что в южных регионах европейской части страны, Урала и Западной Сибири (отрицательные значения и красная гамма на рис. 64) социально-экономические факторы, вызывающие высокую потребность в услуге, относительно преобладают над природными факторами, определяющими выполнение услуги экосистемами. На большей части страны (север европейской части, большая часть Сибири и Дальний Восток, положительные значения и зеленые цвета на рис. 64) природные факторы обеспечения услуги относительно более сильны, чем социально-экономические факторы ее использования. Белым цветом показаны регионы, где и те и другие факторы уравновешены.

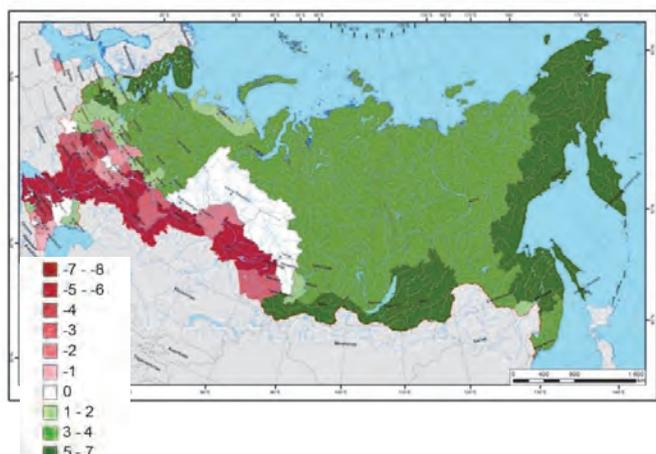


Рис. 64. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по самоочищению почв. Объяснения в тексте

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Для уточнения балльной оценки *предоставленного* объема услуги могут быть использованы показатели способности почв к самоочищению и поведения в них загрязнителей из Национального атласа России (рис. 65), а для его количественной оценки необходимы данные о скорости переработки различных загрязнений в почвах разных типов.

Для количественной оценки *используемого* (необходимого) объема услуги нужны сведения о скорости поступления различных загрязнителей в почвы.

Для более точной характеристики услуги может быть вычислен предотвращенный ущерб здоровью людей, в частности на основании скорости перехода загрязнителей из почвы в сельскохозяйственную продукцию и данных об объемах продукции, выращиваемой на загрязненных почвах.

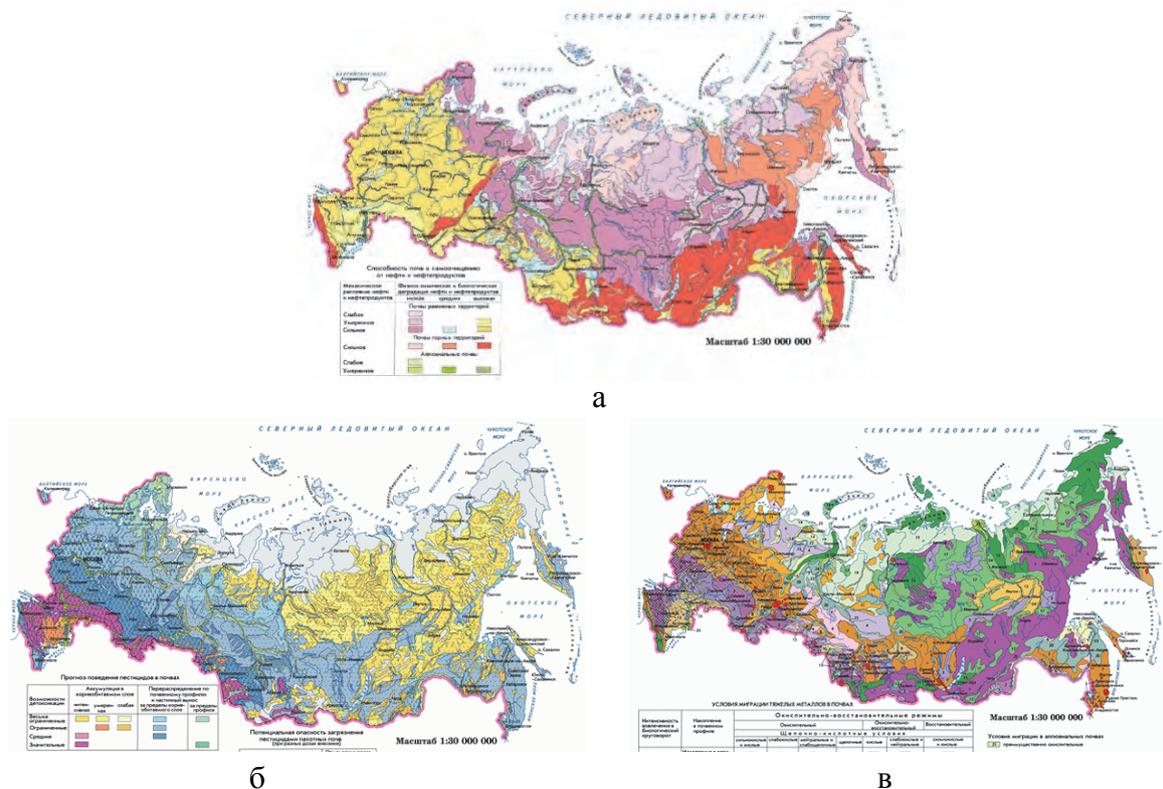


Рис. 65. Примеры карт для уточнения оценки предоставленного объема экосистемной услуги по очистке почв от загрязнений: а) способность почв к самоочищению от нефти и нефтепродуктов; б) прогноз поведения пестицидов в почвах; в) условия миграции тяжелых металлов в почвах (Национальный атлас России)

Регуляция криогенных процессов

Криогенные процессы, т. е. физические, физико-химические и биологические, происходящие в результате охлаждения горных пород до отрицательных температур, их замерзания и оттаивания (Мудров, 2007), распространены везде, где происходят фазовые переходы из воды и водяного пара в лед. Сезонное промерзание хотя бы верхних горизонтов почв наблюдается зимой практически на всей территории Российской Федерации. Оно изменяет характер функционирования экосистем, гидрологический режим, газообмен, ограничивает жизнедеятельность большинства микроорганизмов. В районах с холодными и продолжительными зимами, наряду с сезонным промерзанием и оттаиванием, представлены постоянно мерзлые горные породы.

Многолетнемерзлые породы, т. е. имеющие температуру ниже 0 °С и содержащие лед в течение не менее двух последовательных лет (Романовский, 1980), занимают около 65 % территории России. В районах их распространения постоянно проживают и ведут хозяйственную деятельность миллионы людей. Специфика местности определяет важность государственного регулирования в сфере строительства, безопасности, добычи полезных ископаемых, снабжения тепловой энергией населения. Если от поверхности пород не обеспечивается полный отвод привносимого человеком тепла, состояние мерзлоты (ее температура, положение кровли) так или иначе меняется.

Современные изменения климата, с яркой тенденцией к потеплению летом, осенью и весной в большинстве районов распространения многолетнемерзлых пород (Второй оценочный..., 2015), приводят к дополнительному поступлению тепла в мерзлые породы. Во многих регионах наблюдается повышение их температуры (Romanovsky et al., 2010), а также очевидный тренд увеличения глубины сезонного оттаивания мерзлых пород (Circumpolar..., 2015). Оттаивание льдистых горизонтов инициирует процессы деградации мерзлоты – изменения положения кровли мерзлых пород, формирование нового облика природных комплексов. Экосистемная услуга по регуляции криогенных процессов должна рассматриваться с учетом глобальных климатических процессов, влияющих на состояние мерзлоты гораздо сильнее, чем локальная хозяйственная деятельность человека в местах ее распространения.

Регуляция криогенных процессов осуществляется путем изменения параметров теплообмена мерзлых пород с окружающей средой. Это касается как инженерной мелиорации мерзлых пород (Ильичев и др., 2003), так и их мерзлотной оценки и прогноза состояния в связи с естественными изменениями (Тумель, Зотова, 2014). Расчетные методы для определения теплового поля мерзлых пород детально проработаны (Кудрявцев и др., 1974) и включены в нормативные документы (например, Свод правил..., 2012).

Оттаивание мерзлых пород происходит при повышении температуры кровли мерзлоты до температуры оттаивания той или иной горной породы. Это значение несколько ниже 0 °С в связи с измененными свойствами воды в присутствии частиц горных пород, однако для целей настоящего раздела мы примем его за 0 °С. На температуру поверхности мерзлоты влияет множество факторов, таких как:

- состав мерзлых пород (за счет различий в составе, влажности и теплофизических характеристиках тепловые колебания на поверхности неодинаково распространяются в глубь горных пород);
- снежный и растительный покровы (теплоизолятор между кровлей мерзлых пород и атмосферой);
- водный покров (при неполном промерзании водоемов формируются талые зоны);
- заболоченность (благодаря параметрам, присущим открытым водоемам, и за счет существенного участия органики в составе мерзлых пород);
- рельеф и экспозиция склона (влияют на приток солнечной радиации к поверхности мерзлых пород);
- инфильтрация летних осадков (тепловой эффект при проникновении в почвы теплых летних осадков).

Предоставленный объем услуги по экосистемному регулированию криогенных процессов оценен на основании влияния растительного и снежного покровов (поскольку оба они существенно влияют друг на друга) на температурный режим мерзлых пород.

Ниже приводится оценка среднего для каждого (где есть мерзлота) субъекта Российской Федерации влияния снежного и растительного покровов на температурный режим мерзлых пород, т. е. их вклад в стабилизацию или дестабилизацию температурного режима мерзлоты. Оценка проводится по формуле, предложенной на основании гармонического анализа колебаний температуры на поверхности покровов и на поверхности почв и апробации в районах Крайнего Севера Э.Д. Ершовым (1971):

$$\Delta t_{cp} = (\Delta A_1 \tau_1 - \Delta A_2 \tau_2) / \pi T, \quad (6)$$

где: Δt_{cp} – величина изменения среднегодовой температуры поверхности под покровами;

ΔA_1 и ΔA_2 – средние величины среднесуточной разности температур на поверхности покровов и на поверхности мерзлых пород за периоды со значениями температуры на поверхности покровов ниже 0°C и не менее 0°C соответственно;

τ_1 и τ_2 – продолжительность периодов со значениями температуры на поверхности покровов ниже 0°C и не менее 0°C соответственно;

T – период, равный году – в тех же единицах измерения, что τ_1 и τ_2 . В случае расчетов, выполненных в настоящем разделе, оценку проводили по месяцам, следовательно, значение $T = 12$.

Для расчета влияния растительности и снежного покрова были использованы измерения температуры воздуха и поверхности почвы метеостанциями из открытой базы данных ВНИИ гидрометеорологической информации – Мирового центра данных (ВНИИГМИ-МЦД) Росгидромета «Основные метеорологические параметры (сроки)» (2015). Температура поверхности измеряется на метеостанциях на расчищенной от растительного покрова площадке в теплое время года и на поверхности снега в холодный период. К оценке экосистемной услуги по регуляции криогенных процессов, так же как и в разделе «Регулирование объема стока», применена оценка изменений, которые произойдут с объектом исследования при исключении влияния на него экосистем.

Из массива метеоданных по всем метеостанциям были отобраны значения за годы, в которых количество пропусков не превышает 1 % (т. е. не более 3 суток). В список попали 238 метеостанций, в различной степени покрывающие период 1966–2013 гг. Анализ в итоге проводили для тех лет, когда число станций, на которых наблюдали оба параметра, составляло не менее 90 %. Так были отобраны данные за 1990–1992 гг. Трехлетнего периода достаточно для первичного анализа влияния покровов по формуле 6 и определения стандартного отклонения для искомой величины.

Этапы оценки показаны на рис. 6б. Сначала были рассчитаны продолжительности холодного и теплого периодов года по данным о среднемесячной температуре. Месяц относили к теплоте при температуре не ниже нуля. Можно отметить, что среди регионов распространения мерзлых пород наиболее широко представлены такие, где холодный период длится 6–8 месяцев. Архангельская область лидирует по его продолжительности по причине нахождения нескольких метеостанций на арктических архипелагах. В регионах, где проходит граница криолитозоны, длительности теплого и холодного периодов приблизительно равны.

Далее оценили изменение температуры на поверхности, лишенной покровов, в теплое и холодное времена года. Поверхность нагревается и охлаждается сильнее, чем воздух; это связано с ее свойствами поглощать и излучать радиацию. Наибольшая разница между температурами воздуха и поверхности, как в теплый, так и холодный периоды года, характерна для южных районов распространения мерзлых пород, что связано с более высокими значениями радиационного баланса и, следовательно, поглощенной солнечной радиации.

Суммарное изменение температуры поверхности за теплое и холодное времена года показывает, что экосистемный вклад в этот процесс составляет не более $1,0^\circ\text{C}$ за каждый сезон и в основном за счет теплоизоляции мерзлых пород в летнее время. Стоит отметить, что в южных районах распространения мерзлоты (в том числе в высокогорьях Кавказа и Алтая) существ-

вуют различия в результатах наблюдений на метеостанциях и на участках размещения мерзлых пород. Функция по их стабилизации экосистемой именно в южных районах проявляется наиболее ярко. В северных регионах значение покровов в изменении температуры поверхности мерзлых пород и мерзлоты снижается до 0,3–0,4 °С.

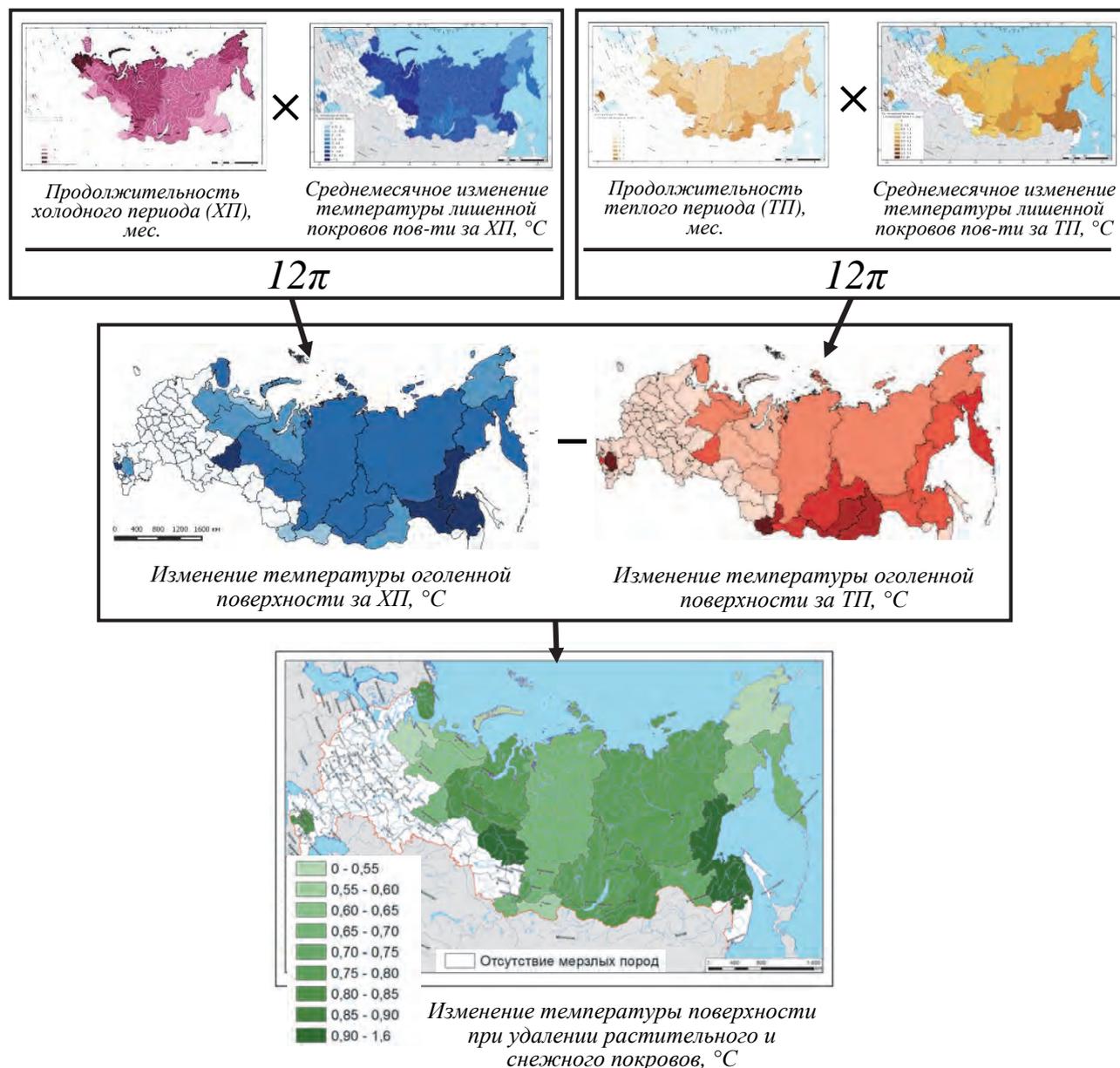


Рис. 66. Величина экосистемного вклада в регулирование теплообмена поверхности грунтов в зоне распространения мерзлых пород (°С) и схема его оценки

Используемый объем услуги определяется ущербом, который предотвращен благодаря экосистемному регулированию криогенных процессов. Для его расчета необходимо определить величину, характеризующую уязвимость мерзлоты к деградации.

Н.В. Тумель и Л.И. Зотова (2014) для этих целей используют коэффициент экологической опасности, рассчитываемый по регрессионному уравнению с использованием баллов, присвоенных экспертами некоторым мерзлотным и биологическим характеристикам, включающим среди прочего температуру мерзлых пород и их льдистость. На локальном уровне температура пород оказалась незначимой для расчета экологической опасности по причине низкой изменчивости внутри ландшафта. На региональном уровне представляется, что затраты энергии на нагревание мерзлых пород до температуры оттаивания не могут быть опущены.

В соответствии с правилами строительства на многолетнемерзлых грунтах (Свод правил..., 2012), величина объемной теплоты таяния грунта L_v (Дж/м³) принимается равной количеству теплоты, необходимой для таяния льда в единице объема грунта, и определяется по формуле:

$$L_v = L_0 (W_{tot} - W_w) \rho_d \quad (7)$$

где $L_0 = 335\,000$ Дж/кг – удельная теплота плавления льда, W_{tot} – суммарная влажность пород, W_w – влажность за счет незамерзшей воды, присутствующей в мерзлых породах (д. ед.), ρ_d – плотность скелета грунта (кг/м³). Количество теплоты, которое идет на нагревание мерзлого грунта до температуры таяния, не учитывается, поскольку оно существенно меньше теплоты фазового перехода: для нагрева 1 кг льда на 1 °С затрачивается 4186,8 Дж.

Увеличение температуры мерзлых пород, даже не приводящее к их полному оттаиванию, неизбежно ведет к сокращению несущей способности грунтов, развитию криогенных процессов. На основании карт температуры и льдистости мерзлых пород и величины потребления электроэнергии в субъектах Федерации (по базе данных «Регионы России») была проведена оценка воздействия техногенеза на мерзлые породы на региональном уровне (рис. 67).

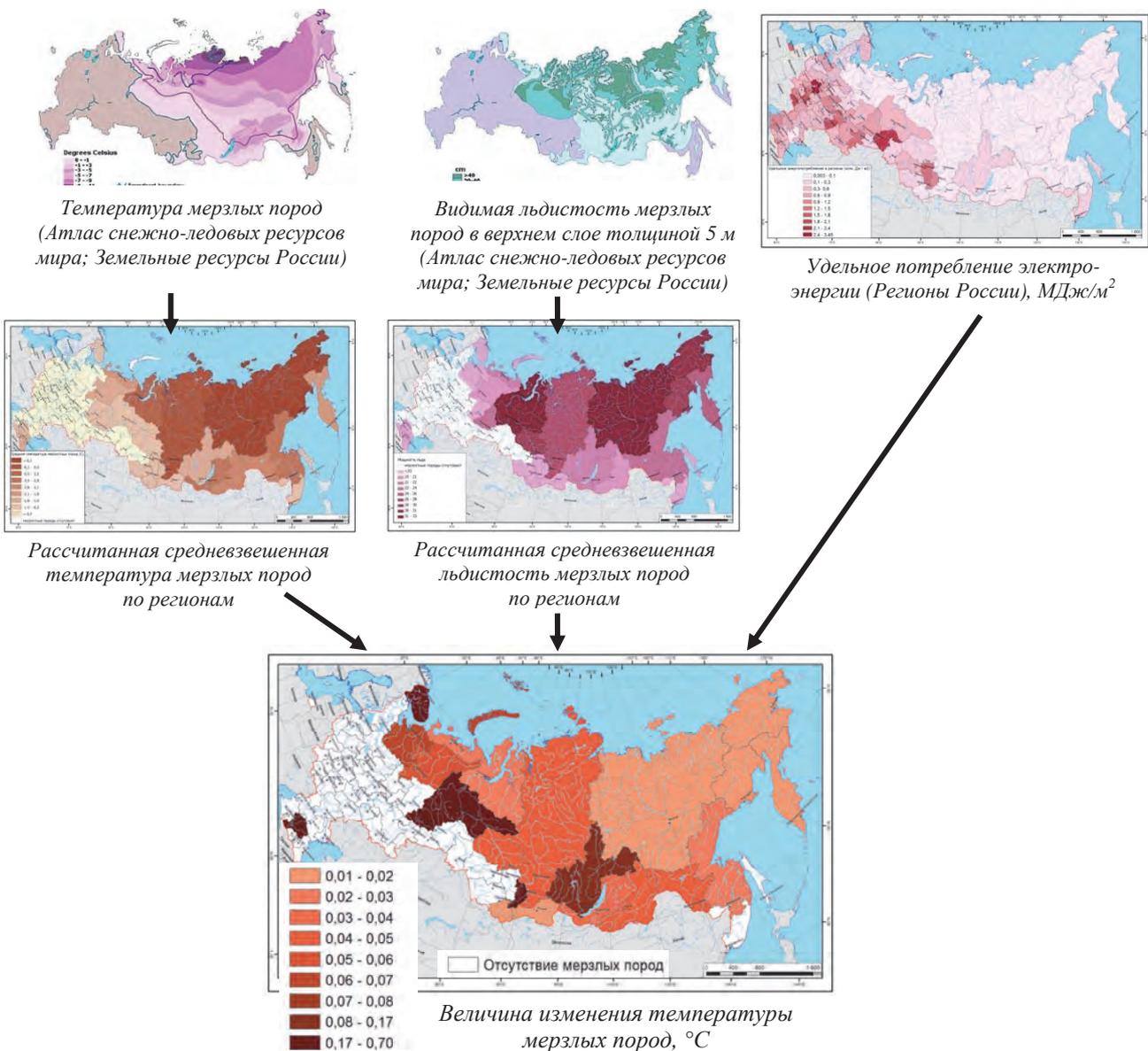


Рис. 67. Возможный показатель для оценки используемого (необходимого) объема экосистемной услуги по регулированию криогенных процессов: величина изменения температуры мерзлых пород (°С) при условии, что все потребление электроэнергии идет на их нагревание

Предварительные расчеты по формуле 7 при ряде допущений (температура замерзания грунта $T_{bf} = -0,1$ °C, плотность скелета грунта $\rho_d = 1700$ кг/м³, содержание незамерзшей воды $W_w = 0$, суммарная влажность W_{tot} соответствует средней видимой льдистости по региону, температура мерзлых пород соответствует средней по региону) и предположении, что суммарное годовое потребление электроэнергии в регионе целиком идет на оттаивание мерзлых пород¹, показали, что современных объемов используемой на местах техногенной энергии недостаточно для того, чтобы растопить мерзлоту или увеличить ее температуру более чем на 1 °C. Однако на фоне глобальных изменений климата, ведущих к серьезным нарушениям криогенных процессов, влияние хозяйственной деятельности на состояние мерзлоты на локальном уровне (используемый объем экосистемной услуги) может оказаться существенным.

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги. На рис. 68 приведена диаграмма соотношения используемого объема экосистемной услуги по регуляции температуры мерзлых пород (по величине изменения их температуры за счет энергопотребления в регионе) и ее предоставленного объема (по величине теплоизолирующего влияния растительности). В большинстве регионов мерзлота отсутствует – на рисунке это показано пузырьком для 60 субъектов РФ в начале осей координат. Все остальные значения диаграммы спроса-предложения на экосистемную услугу лежат в области избыточного предложения (ранг не менее 2). Из регионов, в которых спрос и предложение услуги по регуляции температуры мерзлоты близки, следует отметить Республику Хакасию (экосистемная регуляция на 0,8 °C, увеличение температуры мерзлоты за счет энергопотребления 0,7 °C), Архангельскую область (0,5 и 0,1 °C

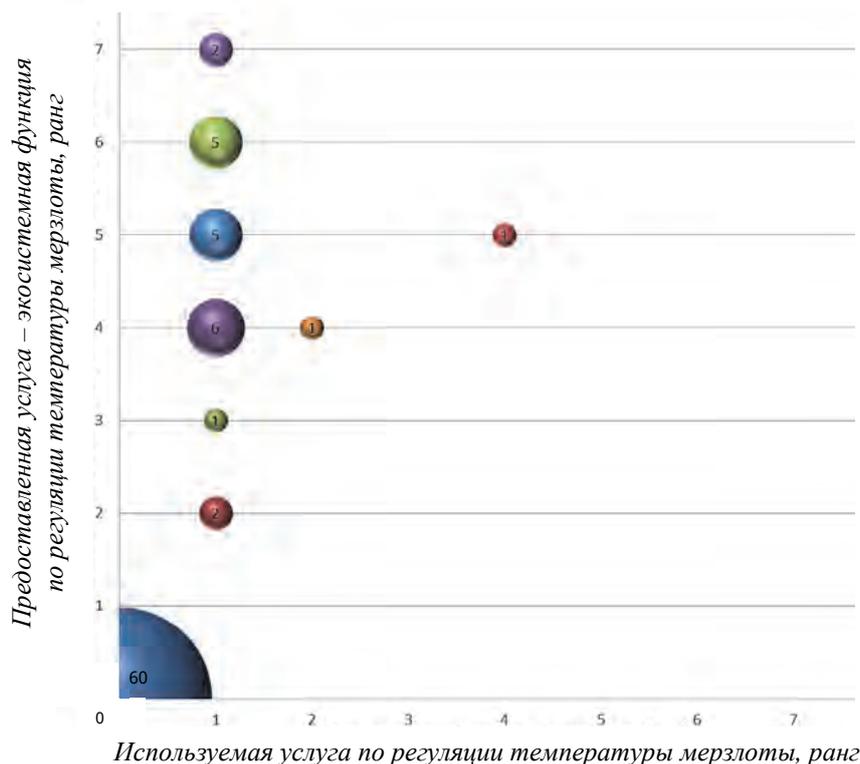


Рис. 68. Распределение спроса (по изменению температуры мерзлых пород за счет энергопотребления в регионе) и предложения (по величине теплоизолирующего влияния растительности) экосистемной услуги по регуляции криогенных процессов.

Ранги: 0 — 0 °C; 1 — 0–0,4 °C; 2 — 0,4–0,5 °C; 3 — 0,5–0,6 °C; 4 — 0,6–0,7 °C; 5 — 0,7–0,8 °C; 6 — 0,8–0,9 °C; 7 — >0,9 °C.

В пузырьках показано число субъектов РФ

¹ Потери энергии в результате неэффективного энергопотребления в среднем по России составляют около 40 % (Государственная программа..., 2011).

соответственно) и Чукотский АО (0,4 и >0,0 °C соответственно). Уже на двух последних примерах заметно, насколько большую роль играет в данном случае площадь региона. В действительности непосредственное воздействие хозяйственной деятельности на мерзлые породы имеет более локальный характер и трансляция влияния человека, проживающего на 1 % территории региона, на всю его площадь дает искаженный результат. Будущее совершенствование методики оценки экосистемной услуги должно учитывать это обстоятельство.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Нами использован только один вариант оценки экосистемной услуги по регуляции криогенных процессов. Среди многих факторов, влияющих на температуру мерзлоты, выделено лишь два, хотя и в наибольшей степени связанных с экосистемами, но не учитывающих, например, состав мерзлых пород, которые определяют ход колебаний температуры в талом слое. Это осуществимо с помощью карты с типами отложений из источника «Земельные ресурсы России». То же касается и влияния экспозиции и крутизны склонов.

Существенное значение имеет вовлечение в оценку показателей состояния растительного и почвенного покровов, в частности степени их нарушенности из-за воздействия транспортных средств, линейных сооружений, перевыпаса скота, нефтеразливов, водохранилищ и пр.

Подход «от противного» – исключение воздействия экосистем на теплообмен между мерзлыми породами и атмосферой – может и должен быть отработан с использованием сведений о температуре поверхности по спутниковым данным MODIS и температуре почвы на глубине 2 см, определяемой на некоторых метеостанциях. Это позволит оценить непосредственно теплоизолирующий эффект растительности.

Величина теплового потока, приведенного в расчетах, основывается на данных по потреблению электроэнергии, а не тепловой энергии. Кроме того, очевидно, что проводить расчет на всю площадь региона некорректно, требуется перерасчет на площадь территорий, находящихся под прямым воздействием деятельности человека, поскольку действие теплового фактора локально и во многом зависит от площади контакта излучателя тепла с мерзлыми породами. Что касается утечек, то для тепловых и электрических сетей требуется использовать разные коэффициенты потерь.

УСЛУГИ ПО РЕГУЛИРОВАНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Регуляция численности живых организмов, имеющих важное экономическое значение

В настоящей публикации эти экосистемные услуги проанализированы на уровне общей постановки задачи. В их число чаще всего включают регулирование численности следующих основных групп видов живых организмов:

- вредителей сельского хозяйства;
- вредителей лесного хозяйства и возбудителей болезней древесных насаждений;
- опылителей;
- видов, наносящих ущерб охотничьему и рыбному хозяйству.

Очевидно, что это перечен неполон и в перспективе может быть расширен.

Данная группа услуг имеет преимущественно локальный масштаб действия, так как влияние природных экосистем на хозяйственные объекты посредством регулирования численности указанных видов распространяется обычно на сравнительно небольшое расстояние, соизмеримое с дальностью их перемещения (кроме мигрирующих на большие дистанции, например, саранчи).

Вредители сельского хозяйства

Экосистемная услуга по регулированию численности вредителей сельского хозяйства особенно важна в сельскохозяйственных регионах, где развито растениеводство.

Предоставленный объем услуги – снижение ущерба от вредителей сельского хозяйства благодаря природным экосистемным процессам. В случае отсутствия необходимых данных для количественной оценки может быть сделана балльная оценка этого показателя на основании площади природных экосистем в конкретной местности.

Используемый объем услуги зависит от интенсивности сельского хозяйства и может быть оценен на основе площадей посевных культур.

Вредители и болезни леса

Экосистемная услуга по регулированию численности вредителей и распространения болезней леса важна прежде всего в регионах, где леса сильно сокращены и нарушены человеком и в наибольшей степени подвержены болезням и воздействию вредителей (рис. 69).

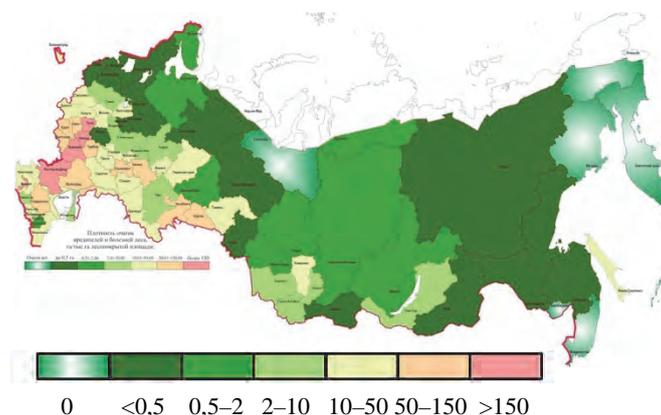


Рис. 69. Плотность очагов вредителей и болезней леса (га/1000 га лесопокрытой площади) за май 2012 г. по данным Российского центра защиты леса¹

Предоставленный объем услуги – снижение ущерба от вредителей и болезней леса благодаря экосистемным процессам. Однако методика оценки этого показателя должна учитывать

¹ www.rcfh.ru/userfiles/files/plotnost%202012%20may.jpg

не только ущерб, который вредители наносят лесонасаждениям, но и их естественную роль в экосистемах, в том числе как одного из природных факторов возобновления сукцессий. Один из возможных путей разработки подобной методики – выявление зависимости численности вредителей (ущерба от них) от степени антропогенной нарушенности лесных экосистем. Как видно из рис. 69, в наибольшей степени от вредителей страдают сильно трансформированные человеком регионы южного пояса страны, где леса, очевидно, сильно изменены и фрагментированы.

Опылители

Услуга по регулированию численности опылителей, по сути, является услугой по опылению сельскохозяйственных и иных культурных растений. Опыление растений в природе – важнейший экологический процесс, лежащий в основе нормального функционирования экосистем (рис. 2). А экосистемной услугой, от которой человек получает непосредственную пользу, является опыление хозяйственно важных растений насекомыми, обитающими в природных экосистемах. Эта услуга принципиальна для регионов, где выращивают энтомофильные культуры.

Балльная оценка **предоставленного объема услуги** (рис. 70) получена на основе того же показателя, что и для экосистемной услуги по предотвращению эрозии почв на сельскохозяйственных землях, т. е. площади природных экосистем в буферных зонах шириной 1 км вокруг сельскохозяйственных угодий.

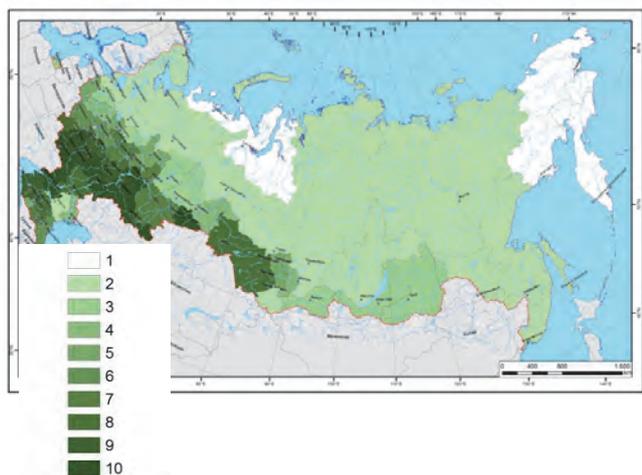


Рис. 70. Балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги по опылению сельскохозяйственных культур

Показатель **используемого объема услуги** – суммарная площадь посадок энтомофильных культур (плодово-ягодных, подсолнечника и рапса) вычислена по сведениям из базы данных «Регионы России». Далее была определена доля таких посадок от площади региона и на основании этого получена балльная оценка используемого объема услуги (рис. 71).

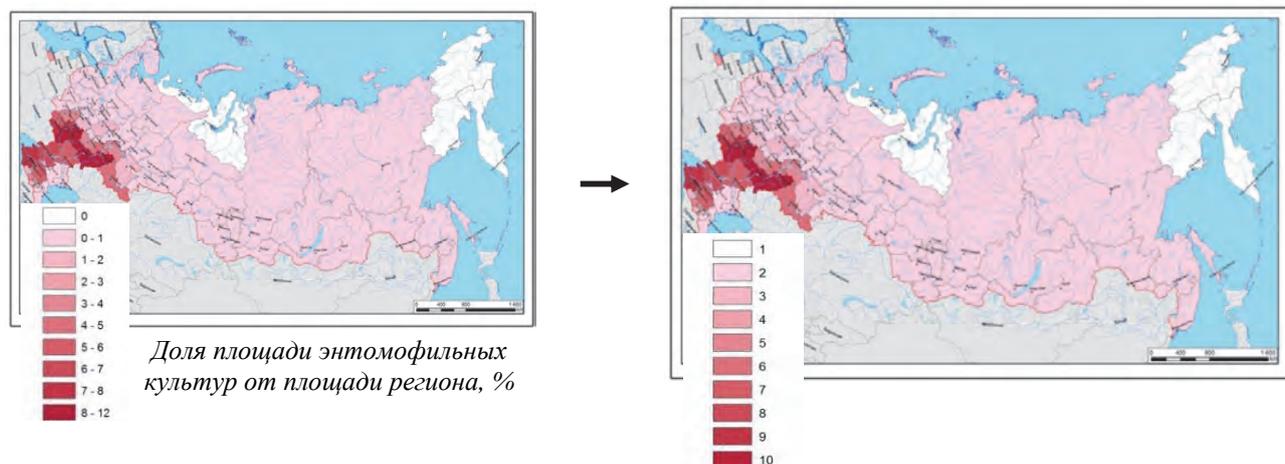


Рис. 71. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по опылению сельскохозяйственных культур и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги. Степень использования услуги вычислена как разность балльных оценок предоставленного и используемого объемов ($V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{используемый}}$). Как видно на рис. 72, почти повсеместно природные факторы, обеспечивающие услугу, и социально-экономические факторы ее использования либо сбалансированы (белый цвет, разница баллов 0), либо преобладают природные факторы (зеленый цвет, разница баллов положительная), т. е. почти вся территория России полностью обеспечена данной услугой. Преобладание социально-экономических факторов, т. е. относительно большая площадь энтомофильных культур при небольшой площади окружающих их природных экосистем, отмечено лишь в двух регионах (Калининградской области и Республике Адыгея).

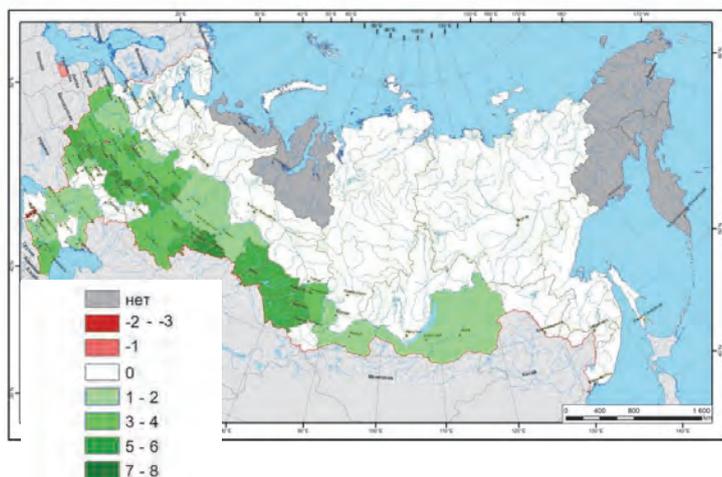


Рис. 72. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по опылению

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги.

Для оценки *предоставленного* объема:

- плотность насекомых-опылителей в природных сообществах разных зон;
- дальность полета насекомых-опылителей;
- площадь разных типов природных сообществ, примыкающих к посадкам энтомофильных сельскохозяйственных культур.

Для оценки *используемого* объема:

- площадь посадок энтомофильных культур, которые опыляются насекомыми из природных сообществ.

Регуляция численности живых организмов, имеющих важное медицинское и ветеринарное значение

Услуга представлена на уровне постановки задачи. Ее польза заключается в стабилизации природных очагов заболеваний. Для человека предпочтительно их полное отсутствие, что возможно только в случае ликвидации соответствующих им природных экосистем. Но полное уничтожение экосистем недопустимо, так как при этом исчезают все остальные жизненно необходимые экосистемные услуги. Оценка *предоставленного* объема услуги должна включать показатели стабилизации природных очагов заболеваний за счет функционирования природных экосистем, сообществ, видов и популяций. Оценка *используемого* объема должна учитывать ущерб для здоровья населения, домашних и сельскохозяйственных животных и для экономики регионов, предотвращенный за счет стабилизации природных очагов.

Другой возможный подход – изначально рассматривать природные очаги заболеваний как негативные услуги, приносящие людям не пользу, а вред (в англоязычной литературе для обозначения таких случаев предложен термин *disservice*).

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ПРИРОДНЫХ ВИДОВ И ПОПУЛЯЦИЙ

Значение генетических ресурсов, как и всего биоразнообразия, для благополучия человека включает два принципиально разных компонента: 1) ключевую роль биоразнообразия для нормального и устойчивого функционирования биосистем и тем самым – для выполнения экосистемных услуг; 2) непосредственную пользу, которую человек может получить от использования природных генетических ресурсов. Первый компонент, несомненно, более важен, поскольку обеспечивает устойчивость популяций, экосистем и биосферы в целом. Однако рассматривать его в числе экосистемных услуг нелогично, так как биоразнообразие – это структурная основа выполнения экосистемных функций и услуг (рис. 2). Рассмотрение самого биоразнообразия (его поддержания или сохранения) как услуги ведет к двойным смыслам и путанице. Экосистемной услугой целесообразно считать лишь непосредственную пользу, которую человек может получать от природных генетических ресурсов.

Оценка **предоставленного объема услуги** по хранению природных генетических ресурсов сделана на основе комбинации показателей видового обилия и степени нарушенности природных экосистем. В качестве первого из них использованы данные о числе видов сосудистых растений из Национального атласа России (т. 2), что представляется правомерным подходом к относительной характеристике общего видового разнообразия в условиях недостатка данных. Растительные сообщества – ключевой структурно-функциональный элемент природных комплексов, и их свойства и особенности во многом определяют общее видовое разнообразие в экосистемах. Информация о числе видов сосудистых растений была пересчитана в показатели для субъектов Федерации (рис. 73).

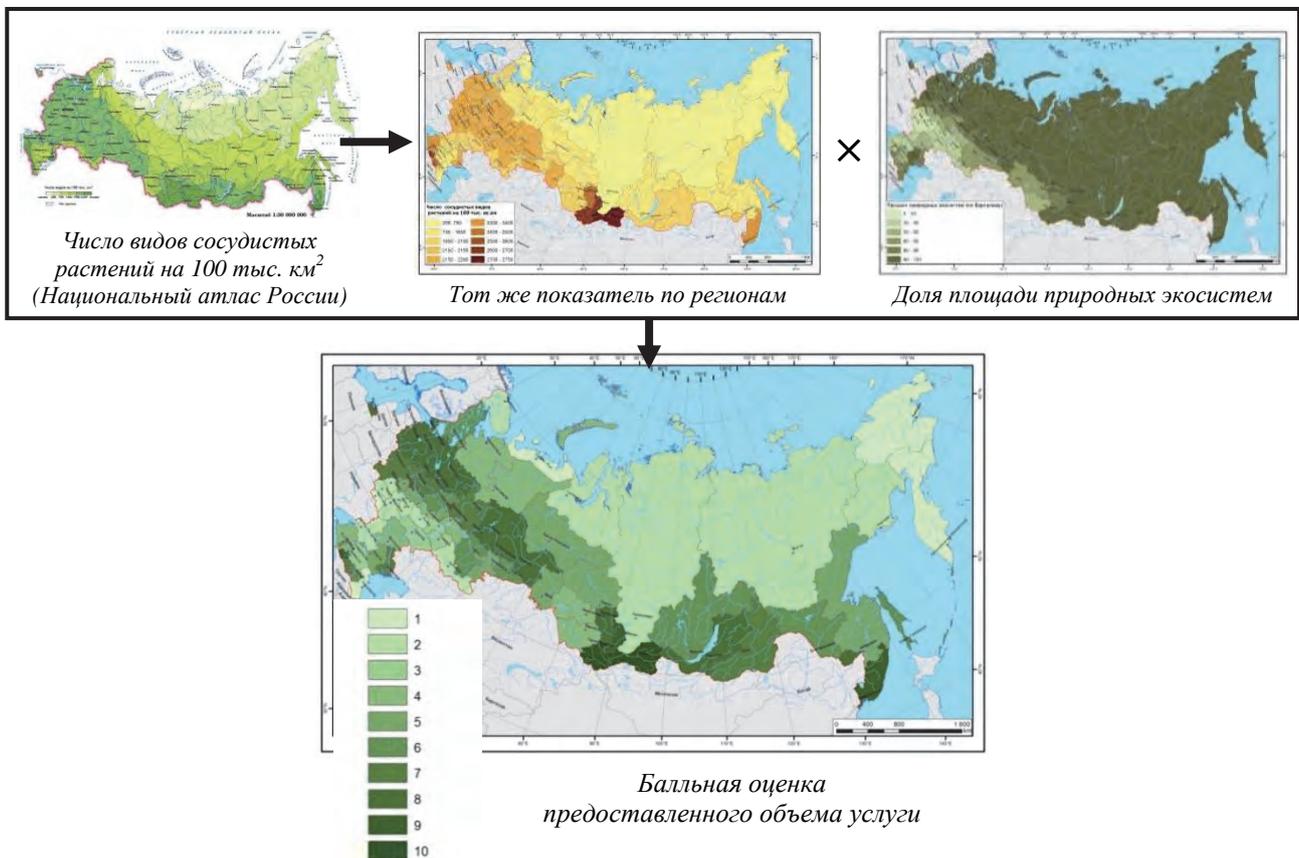


Рис. 73. Балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги по хранению генетических ресурсов и схема ее получения

Антропогенные нарушения и трансформация природных экосистем снижают потенциальный объем информационных услуг по хранению генетических ресурсов. Следует отметить, что часто в максимальной степени человеком нарушены экосистемы как раз там, где исходное видовое разнообразие наиболее велико. Это подчеркивает ключевую важность сохранения оставшихся природных экосистем в освоенных районах как хранилищ потенциально полезной для человека информации.

На основании данных о числе видов сосудистых растений и степени трансформированности природных экосистем регионов сделана балльная оценка предоставленного объема услуги (рис. 73).

Используемый объем экосистемной услуги по хранению генетических ресурсов определяется количеством природных генетических комбинаций, применяемых человеком в фармацевтических, косметических, пищевых и других биотехнологических производствах, потребность в которых в последние годы быстро растет. Оборот продукции, полученной с участием природных генетических ресурсов, сопоставим с объемами торговли биоресурсами или превышает их. Однако сведений о коммерческом применении генетических ресурсов, полученных в российских экосистемах, не имеется, поэтому прямо оценить используемый объем услуги в настоящее время невозможно. Факторами, влияющими на этот показатель, можно считать степень изученности экосистем и интенсивность текущих научных исследований (например, число экспедиций, научных станций, затраты на изучение биоразнообразия и пр.). Для настоящего анализа были доступны сведения о внутренних текущих затратах на научные исследования и разработки по базе данных «Регионы России» (рис. 74). Очевидно, что эта оценка должна быть уточнена, так как имеющиеся в этой базе данных показатели относятся ко всем исследованиям, из которых для более корректного результата необходимо вычлнить затраты на работы биологической направленности (а точнее – на изучение природных генетических ресурсов).

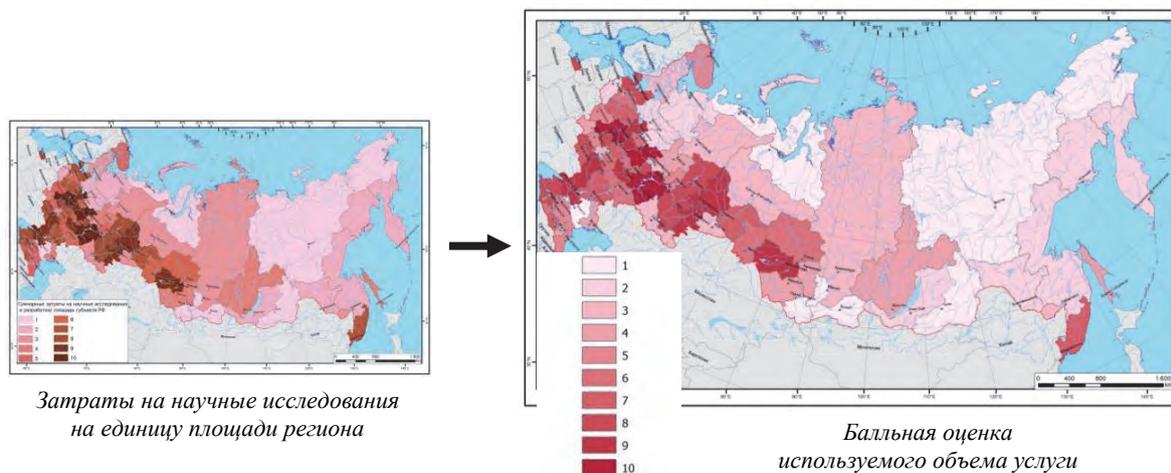


Рис. 74. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по хранению природных генетических ресурсов и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов ($V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{используемый}}$) показывает, что в ряде регионов интенсивность научных исследований относительно высока, в то время как объем природных генетических ресурсов относительно низок. Эти регионы расположены в основном в южной половине европейской части и на юге Западной Сибири (отрицательные значения и красные цвета на рис. 75). Положительные значения (зеленые цвета на рис. 75) обозначают регионы, где объем природных генетических ресурсов относительно высок, а интенсивность научных исследований – относительно низка. К их числу относятся главным образом регионы на юге Сибири. Значение «0» (белый цвет) соответствует регионам, где указанные факторы уравновешены.

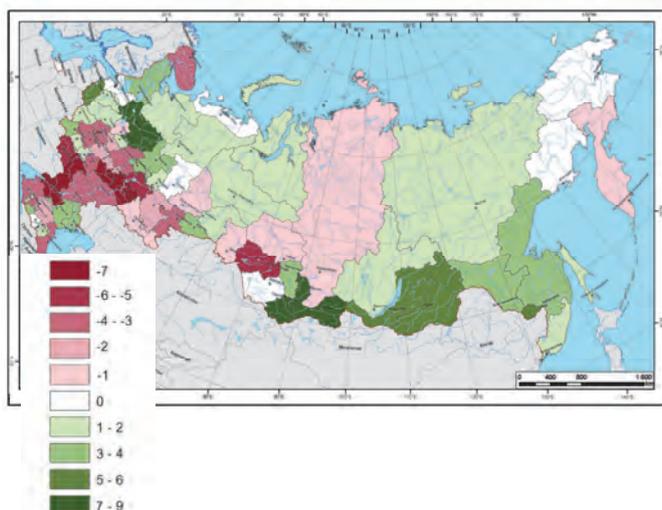


Рис. 75. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по хранению природных генетических ресурсов

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Оценка предоставленного объема может быть дополнена показателями видового разнообразия других таксономических групп и индексами уникальности видового разнообразия, например, долей монотипических таксонов в региональных фаунах и флорах (рис. 76). Наиболее важным требованием по улучшению оценки данной услуги является включение в нее характеристик внутривидового разнообразия.

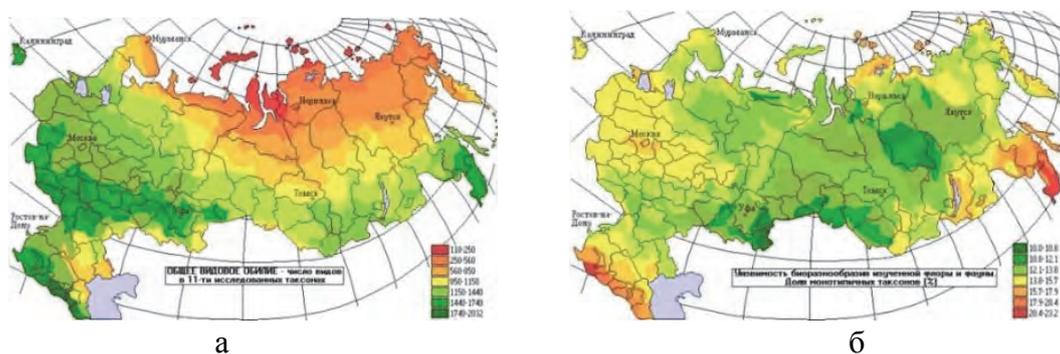


Рис. 76. Показатели для уточнения оценки экосистемной услуги по хранению природных генетических ресурсов: а) общее видовое обилие в 11 избранных таксонах сосудистых растений, грибов, лишайников, насекомых, рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих¹; б) доля монотипических таксонов²

Для оценки используемого объема услуги необходимы данные об интенсивности обследованных природных систем и включении их генетических ресурсов в хозяйственный оборот.

ИНФОРМАЦИЯ О СТРУКТУРЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИИ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Природные популяции, виды, экологические сообщества, экосистемы содержат разноплановую и обширную информацию о своей структуре и функционировании, которая может быть использована человеком. Например, данные о потоках вещества и энергии в трофических цепях могут быть полезными для разработки систем автономного жизнеобеспечения людей, а информация о роли видового разнообразия – для формирования устойчивых многовидовых сельскохозяйственных посадок и т. п.

¹ Информационные ресурсы Национальной стратегии и плана действий по сохранению биоразнообразия России (www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_27.htm).

² Там же (www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_44.htm).

Для оценки **предоставленного объема услуги** использованы показатели разнообразия природных экосистем. По карте наземных экосистем (Барталев и др., 2004) было определено число их типов в пределах регионов, пересчитанное затем на единицу площади каждого региона. На этой основе получена балльная оценка предоставленного объема услуги (рис. 77).

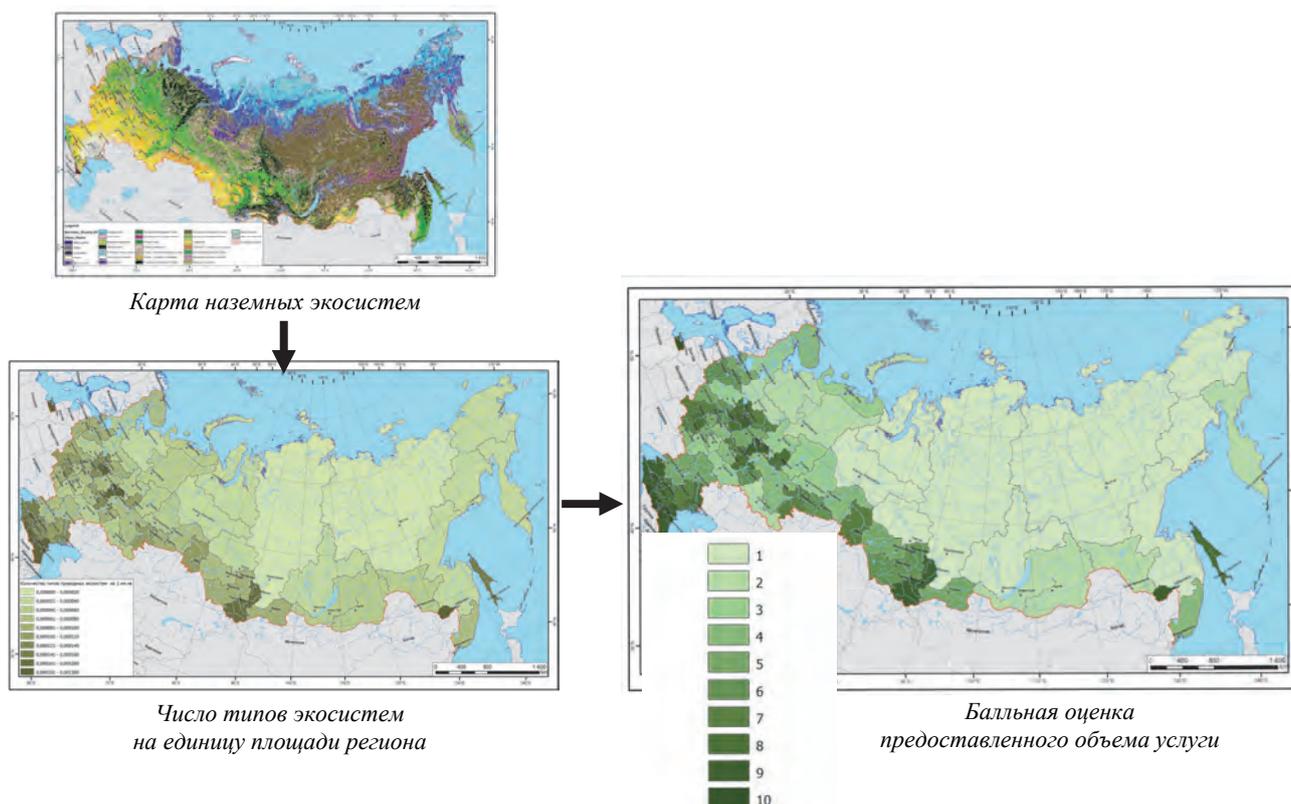


Рис. 77. Балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги по хранению информации о структуре и функционировании природных систем и схема ее получения

Используемый объем оценен аналогично экосистемной услуге по хранению природных генетических ресурсов (рис. 74).

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги. Разница их балльных оценок ($V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{используемый}}$) выявляет регионы, где интенсивность научных исследований относительно высока, в то время как объем информации о природных системах относительно низок (отрицательные значения и красные цвета на рис. 78). Положительные значения (зеленые цвета на рис. 78) показывают регионы, где объем информации относительно высок, а интенсивность

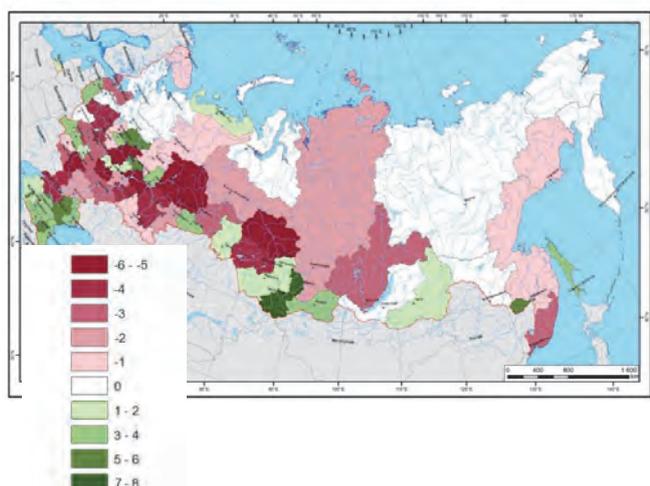


Рис. 78. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по хранению информации о структуре и функционировании природных систем

исследований относительно низка. В их число входят, например, регионы на юге Сибири. Значение «0» (белый цвет) соответствует регионам, где указанные факторы уравновешены.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Оценка *предоставленного* объема может быть дополнена следующими данными:

- материалы Атласа малонарушенных лесных территорий России (2003) и последующих исследований их динамики (Малонарушенные..., 2015) для оценки экосистемной услуги лесов (рис. 79а);
- индексы видового обилия;
- показатели разнообразия экосистем, растительности и ландшафтов (рис. 79б, 79в).

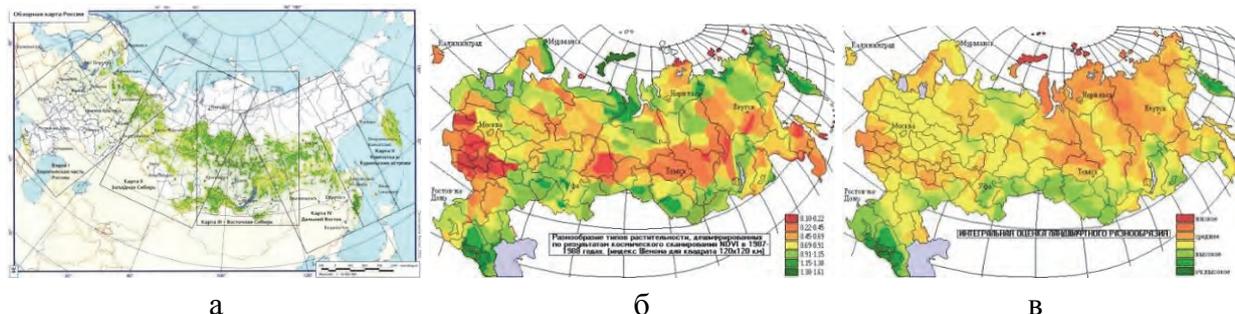


Рис. 79. Показатели для оценки экосистемной услуги по хранению информации о структуре и функционировании природных систем: а) малонарушенные лесные территории (Атлас малонарушенных лесных территорий России, 2003); б) разнообразие растительности¹; в) разнообразие ландшафтов²

Уточнение *используемого* объема услуги возможно на основании данных о распределении точек исследований природных популяций, видов, экосистем.

ЭСТЕТИЧЕСКОЕ И ПОЗНАВАТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Для оценки **предоставленного объема услуги** использована комбинация трех показателей:

- степени антропогенной трансформированности территории (доли природных экосистем от площади региона);
- числа видов сосудистых растений на единицу площади региона как характеристики общего видового разнообразия в регионе;
- числа типов экосистем на единицу площади региона (рис. 80).

По сути, это оценка разнообразия природных экосистем – основного компонента их эстетического и познавательного значения. Другие компоненты из-за ограниченности данных, доступных на настоящем этапе исследований, оценить не удалось.

Оценка **используемого объема услуги** получена на основе комбинации показателей плотности населения и транспортной доступности (плотности автомобильных и железных дорог) по базе данных «Регионы России» (рис. 81).

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги. Отрицательные значения разницы их балльных оценок ($V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{используемый}}$, красные цвета на рис. 82) показывают, что в этих регионах посещаемость природных территорий людьми относительно высока, в то время как их разнообразие относительно низкое. Положительные значения (зеленые цвета на рис. 82) соответствуют регионам, где разнообразие экосистем относительно высокое, а их посещаемость относительно низка. Значение «0» (белый цвет) – регионы, где эти факторы уравновешены.

¹ Информационные ресурсы Национальной стратегии и плана действий по сохранению биоразнообразия России (www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_11.htm).

² Там же (www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_14.htm).

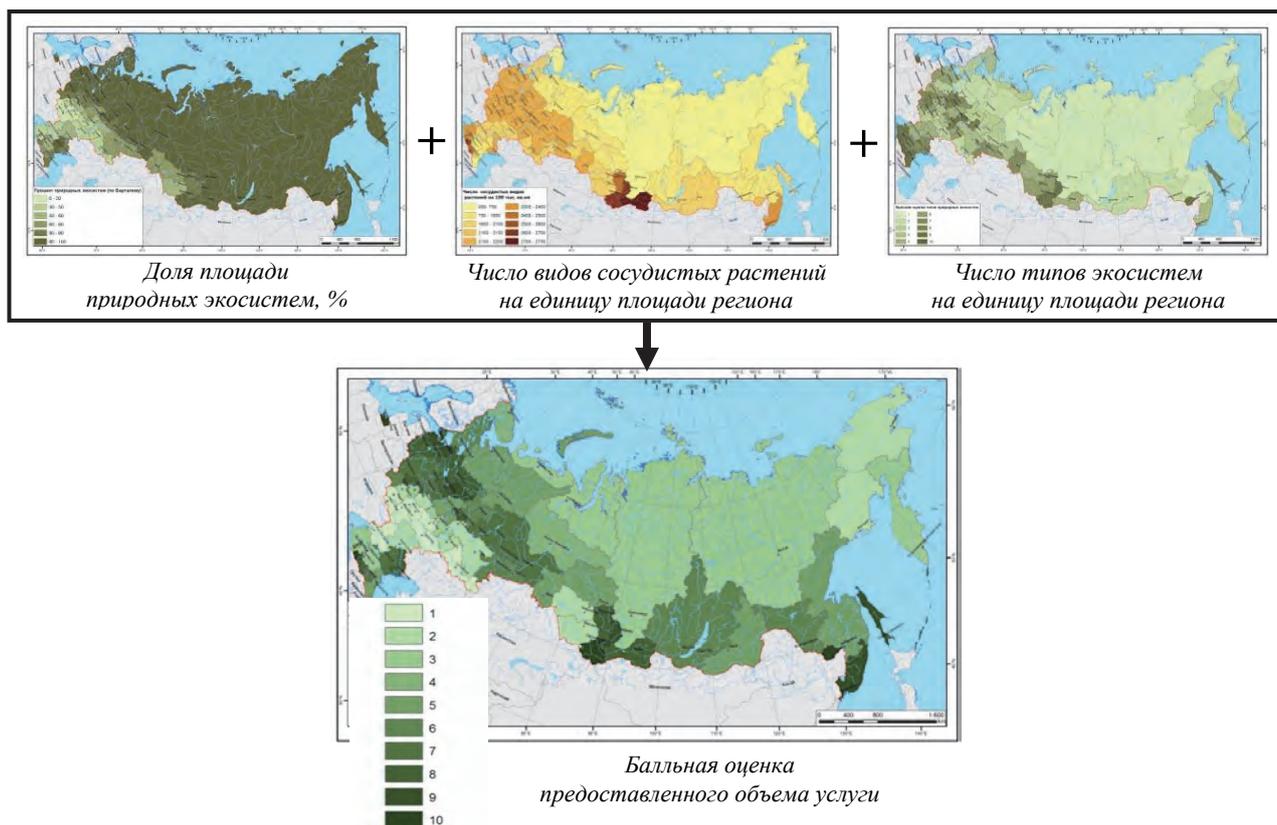


Рис. 80. Балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги по эстетическому и познавательному значению природных систем и схема ее получения

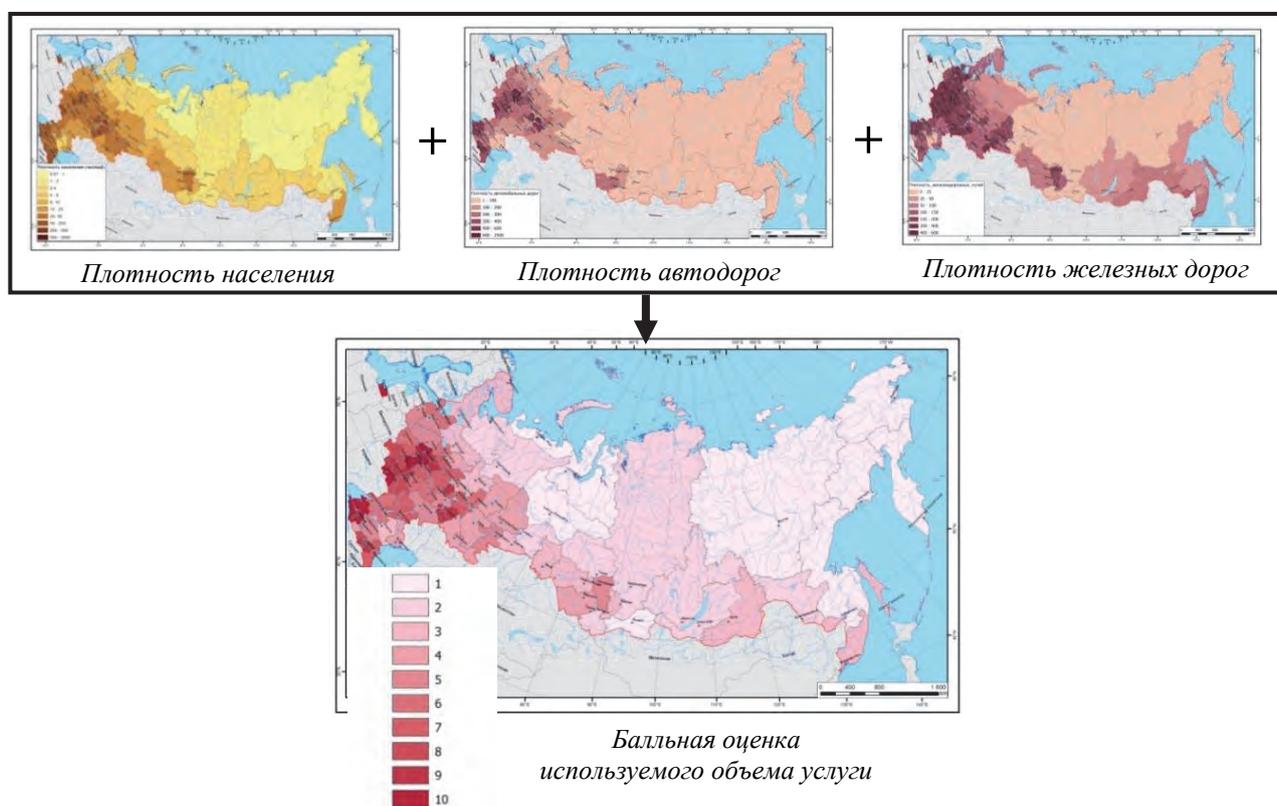


Рис. 81. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по эстетическому и познавательному значению природных систем и схема ее получения

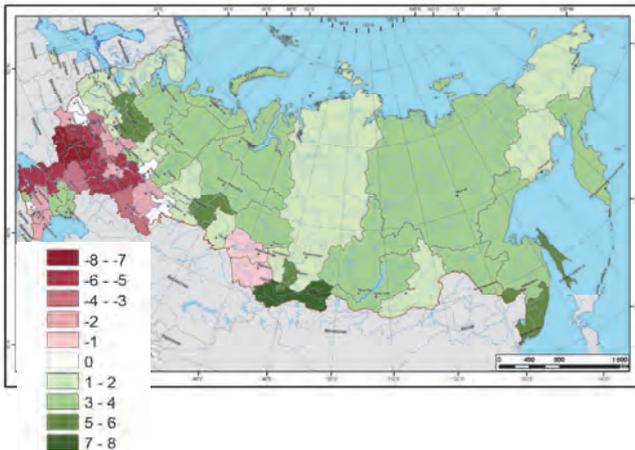


Рис. 82. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по эстетическому и познавательному значению природных систем

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Для корректной оценки ее *предоставленного* объема необходимо учесть разнообразие, эстетическое и познавательное значение как природных (рис. 79в), так и культурных ландшафтов.

Для оценки *используемого* объема могут быть проанализированы данные о частоте посещения природных территорий населением в разных регионах, эстетических предпочтениях людей, частоте познавательных экскурсий на природе и др.

ЭТИЧЕСКОЕ, ДУХОВНОЕ И РЕЛИГИОЗНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

Подходы к оценке данной экосистемной услуги методологически не проработаны, поэтому она представлена на уровне постановки задачи.

Предоставленный объем услуги определяется в основном не свойствами природных систем, а отношением к ним людей, историей и культурой. Для его оценки могут быть полезны сведения о национальных традициях (например, рис. 83). На локальном уровне информативным показателем может быть и число культово значимых памятников природы (священных деревьев, камней, источников и т. п.). На национальном – уникальные природные объекты, важные для отечественной культуры (пример – озеро Байкал). На глобальном уровне формальная оценка услуги может быть проведена на основании природных и природно-культурных объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО в России, например: Девственные леса Коми, Плато Путорана, Убсунурская котловина и др.

Используемый объем услуги определяется не только частотой посещения природных территорий людьми, но и интенсивностью обращения к образам природы в культурной и религиозной традиции.

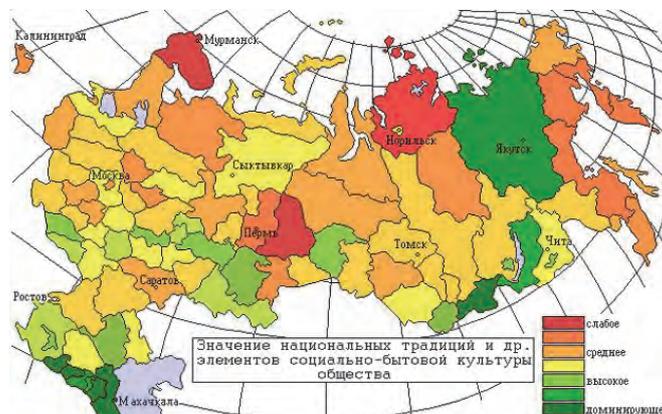


Рис. 83. Значение национальных традиций в регионах РФ¹

¹ Информационные ресурсы Национальной стратегии и плана действий по сохранению биоразнообразия России (www.sci.aha.ru/biodiv/npd/3_35.htm).

РЕКРЕАЦИОННЫЕ ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ

Рекреационные услуги имеют комплексный характер, так как для разных вариантов отдыха людей важны различные комбинации всех трех основных групп экосистемных услуг: продукционных, средообразующих, информационных.

В группе *продукционных* услуг наиболее значимы следующие:

- древесное сырье для строительства и для отопления рекреационных жилищ;
- недревесные ресурсы леса (грибы, ягоды, орехи, другие плоды, ресурсы лечебных растений и продукты их метаболизма, растительное сырье для изготовления декоративных предметов и др.);
- охотничьи и рыбные ресурсы (любительская охота, рыбалка на внутренних водоемах).

В целом биопродукционные ресурсы в рекреационном аспекте имеют региональное и местное (локальное) значение. Их качество определяется наличием лечебных и декоративных растений, грибов, ягод, возможностями для охоты и рыбалки. Богатые лекарственными растениями районы – это Западный Кавказ, Алтай, Приморье. Любительская охота распространена преимущественно в лесных и горных районах. Рыбная ловля на реках и озерах – повсеместно, особой популярностью выделяются низовья Волги.

Вторая важная группа экосистемных услуг, обеспечивающих рекреационное природопользование, – *средообразующие* в части поддержания здоровой окружающей среды, значимой для отдыха населения:

- формирование природной оздоровительной ценности курортов: лечебные воды, ванны, грязи, климатолечение и т. п. Эти услуги сосредоточены как в крупных центрах, имеющих национальную значимость (Кавказские Минеральные Воды, Анапа и др.), так и на объектах регионального значения (например, Белокуриха и др.);
- очистка воздуха, почвы, природных вод, обезвреживание отходов;
- создание и поддержка условий для туризма и спорта: треккинга, каноинга, альпинизма и т. п. Услуги этой категории сосредоточены преимущественно в горах и в районах, богатых реками и озерами. Число пользователей, резко сократившееся после распада СССР и переориентации туристских потоков на зарубежные направления, в последние годы увеличивается.

В группе *информационных* услуг для рекреации важны следующие:

- познавательно-информационные – прежде всего в районах с мало нарушенной природой и наличием национальных и природных парков, заказников и памятников природы. Ресурсы этой категории в принципе распространены почти повсеместно, но их качество и потенциал в разных регионах различны;
- природно-культурные – образы и смыслы культурного ландшафта, традиционное экологически рациональное природопользование и др.

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ЕЖЕДНЕВНОГО ОТДЫХА РЯДОМ С ДОМОМ, ВОСКРЕСНОГО ОТДЫХА И ДАЧНОЙ РЕКРЕАЦИИ

Настоящая экосистемная услуга наиболее значима в рекреационной категории, поскольку используется миллионами людей. Особенно она важна для регионов с большой численностью городского населения. В целом, по экспертным оценкам, на садовые участки и дачи по всей стране ежегодно и относительно регулярно выезжают около 15 млн человек. Наибольшее число – из Москвы и Санкт-Петербурга.

Предоставленный объем услуги по формированию природных условий для ежедневного отдыха рядом с домом, воскресного отдыха и дачной рекреации (включая любительскую рыбалку и походы за грибами и ягодами) определяется комфортностью природных условий и степенью антропогенной нарушенности природной среды. Оба эти фактора были охарактеризованы на основе карты санитарно-экологической оценки территорий (Национальный атлас Рос-

сии, т. 2). Карта учитывает 5 градаций степени комфортности природных условий (от экстремальных на Крайнем Севере до комфортных в средней полосе европейской части России) и 3 градации техногенного пресса (умеренный, т. е. ниже среднего по России; средний, т. е. близкий к среднероссийскому; высокий, т. е. выше среднего по России) (рис. 84). При оцифровке всем территориям, выделенным на карте, присвоили соответствующие им баллы по обоим факторам. Далее для каждого субъекта РФ была подсчитана средняя величина суммы баллов вошедших в него участков территорий. На основании этого была сделана балльная оценка предоставленного объема услуги (рис. 84).

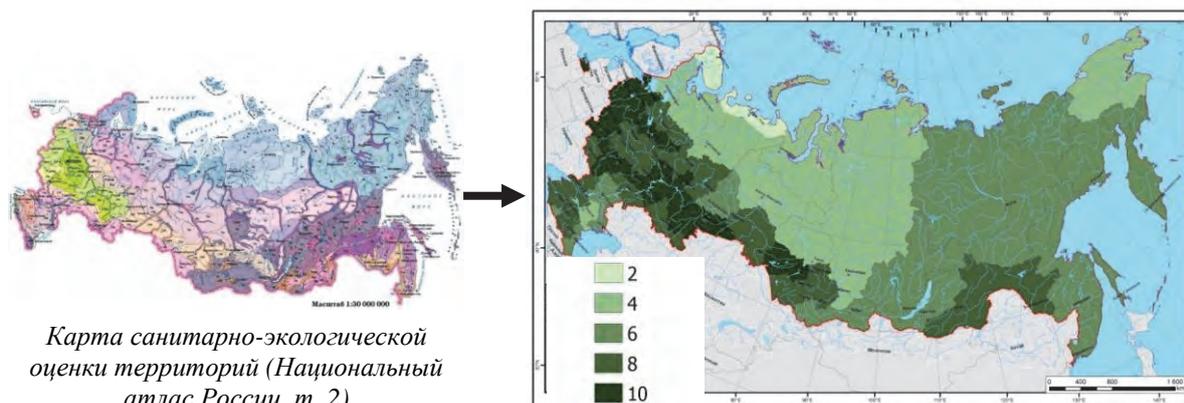


Рис. 84. Балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги по формированию природных условий для ежедневного отдыха и схема ее получения

Используемый объем услуги определяется в первую очередь плотностью населения. Он оценен так же, как для эстетического и познавательного значения природных экосистем, т. е. на основе комбинации показателей плотности населения и транспортной доступности территории (рис. 85).

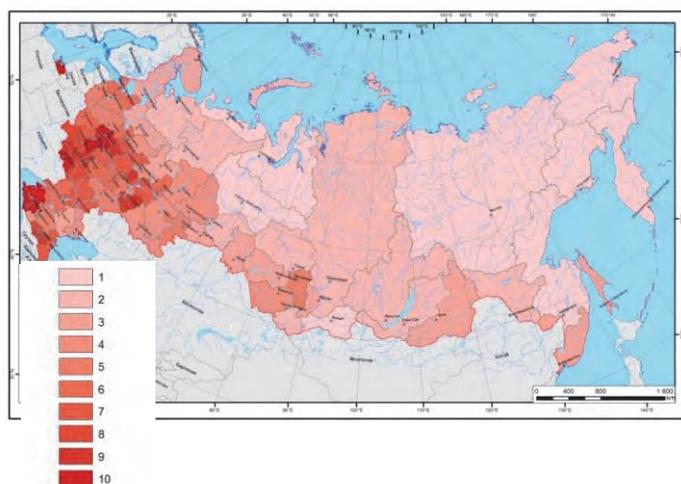


Рис. 85. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по формированию природных условий для ежедневного отдыха

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый (необходимый) объемы услуги ($V_{предоставленный}$ – $V_{используемый}$), показывает, что в азиатской части России повсюду преобладают природные факторы (зеленые цвета на рис. 86). Это вполне очевидно, учитывая достаточно низкую плотность населения. В европейской части картина выглядит довольно пестро: регионы, где относительно более сильны природные факторы обеспечения услуги (зеленые цвета), перемежаются с регионами, где интенсивны социально-экономические факторы ее использования (красные цвета на рис. 86), как в центре, так и на юге и даже на севере. Наибольшее преобладание факторов использования услуги отмечается для Московской области.

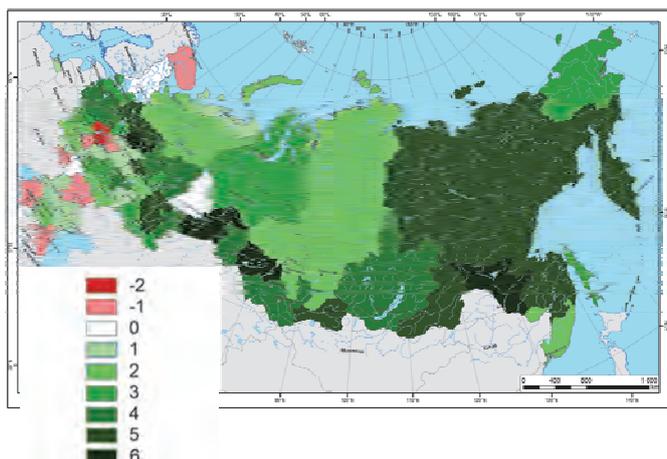


Рис. 86. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по формированию природных условий для ежедневного отдыха

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. В ближайшее время необходимые данные для оценки услуги могут быть получены только в результате специального анализа природных условий для ежедневной, воскресной и дачной рекреации, а также числа и распределения отдыхающих. Наиболее полные и доступные материалы существуют в некоторых администрациях республик, областей и муниципальных районов крупнейших городов, но они касаются количества и размещения только садовых товариществ и дачных кооперативов или коттеджных поселков.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОСИСТЕМАМИ УСЛОВИЙ ДЛЯ ТУРИЗМА НА ПРИРОДЕ

Примером оценки экосистемных услуг по формированию условий для туризма на природе может служить исследование «Туристское природопользование, экологический императив и перспективы России» (Басанец, Дроздов, 2006), в котором для выделенных территорий приведены балльные оценки потенциала развития природного туризма по одиннадцати количественным показателям, относящимся к трем основным группам факторов (природных, социально-экономических и инфраструктурных). Балльные оценки для субъектов Федерации, представленные в настоящем разделе, сделаны на основании этого исследования.

Предоставленный экосистемами объем услуги. Природа и традиционные культуры России предоставляют существенные потенциальные возможности для развития природного туризма. Разнообразие, уникальность, привлекательность и обширность российских ландшафтов, еще не охваченных процессами урбанизации, промышленного освоения, интенсивным сельским хозяйством, весьма велики. Сохранились в России и районы с традиционными, аборигенными формами природопользования, представляющие исключительную эколого-культурную ценность. Таких районов еще немало на Севере, в Сибири, в горной местности. Следует, однако, иметь в виду, что, несмотря на обширность неосвоенных или слабо освоенных пространств, состояние окружающей среды во многих регионах страны далеко от благополучного, в том числе и вне крупнейших индустриальных центров. Эта ситуация обусловлена отсталыми технологиями как в промышленности, так и в сельском и лесном хозяйстве, слабым контролем за сырьевыми компаниями-монополистами, чьи добывающие мощности расположены, как правило, в удаленных районах, а также правовым нигилизмом. Наконец, существенным ограничением для развития природного туризма является высокая чувствительность многих экосистем России к антропогенным воздействиям, их хрупкость, причем как раз в местах, привлекательных «дикой» природой или традиционными формами хозяйства.

Оценка предоставленного объема услуги получена на основе анализа группы *природных* факторов: комфортности природных условий, экологической ситуации и пейзажного разнообразия. Последний из них основан на оценке лесистости, плотности речной сети, расчлененности рельефа и количества вертикальных ландшафтных поясов в горных регионах. Интегральная балльная оценка природной группы факторов показана на рис. 87.

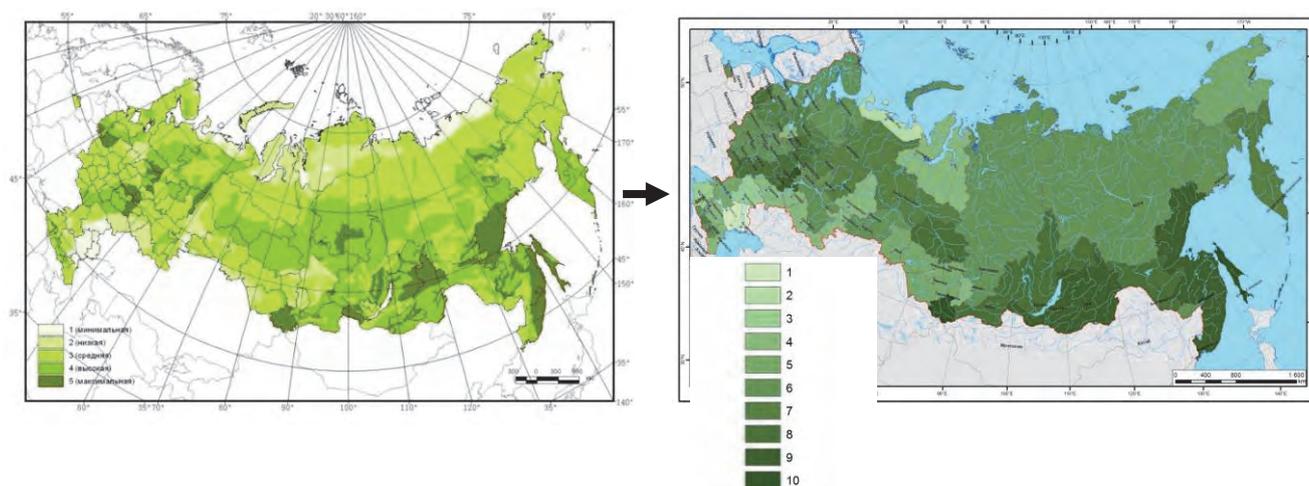


Рис. 87. Оценка группы природных факторов туризма (Басанец, Дроздов, 2006) и балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги, выполненная на ее основе

По совокупности природных показателей наиболее высокую оценку получили территории, где сочетаются высокое пейзажное разнообразие и благоприятная экологическая ситуация, – Республика Алтай, районы Республики Бурятия, Читинской области, Хабаровского и Приморского краев, Эвенкийского АО. Минимальную оценку получили Республика Калмыкия, южная часть Волгоградской области, некоторые территории материковой части Ненецкого АО, Яно-Индигирская низменность в Республике Саха. Они характеризуются низкими показателями пейзажного разнообразия, экстремальными и дискомфортными природными условиями жизни.

Используемый объем услуги определяется числом туристов, посещающих природные объекты региона, которое, в свою очередь, зависит от его социально-экономических характеристик и степени развития туристской инфраструктуры.

Группа *социально-экономических* факторов включает показатели инвестиционной привлекательности регионов и здоровья населения, а также объема потенциального туристского спроса. Последний показатель отражает расположение субъектов Федерации относительно основных городов, которые являются главными поставщиками туристов. Это интегральная характеристика, включающая численность городского населения регионов и расчетный коэффициент спроса, представляющий соотношение численности населения крупнейших городов Российской Федерации к расстоянию от этих городов до административных центров регионов. Балльная оценка группы социально-экономических факторов используемого объема экосистемной услуги показана на рис. 88.

По совокупности социально-экономических факторов лидирует Московская область. Ее высокий уровень инвестиционной привлекательности связан с большим инновационным, производственным, финансовым потенциалом. По уровню здоровья населения эта область не входит в десятку лучших, но все же здесь этот показатель превышает средний по стране. Положение Московской области по отношению к основным населенным пунктам, т. е. источникам спроса, исключительно удобно. Показатель потенциального туристского спроса позволяет выделить еще ряд удачно расположенных территорий: Тверскую, Рязанскую, Тульскую, Калужскую, Владимирскую области.

Минимальные оценки социально-экономических факторов приходятся на дальневосточные и сибирские регионы России. Их показатели снижаются относительно источников спроса с продвижением на север и восток, по мере удаления от наиболее плотно заселенных европейских территорий. Суровость климата во многом объясняет невысокую численность населения и низкий туристский спрос в этих регионах. Несколько из них имеют оценку инвестиционной привлекательности близкую к средней (Республика Саха – 16-е место, Амурская область – 47-е место), но у большинства других она низка.

Группа *инфраструктурных* факторов характеризует возможности территории по размещению и обслуживанию туристов. Помимо таких традиционных показателей инфраструктуры туризма, как насыщенность средствами размещения (специфичными для природного туризма) и плотность автомобильных и железных дорог, эта группа факторов содержит следующие характеристики: обеспеченность туристскими кадрами, обилие музеев (краеведческих, естественно-исторических, музеев-заповедников), параметры туристской инфраструктуры национальных и природных парков и других ООПТ. Балльная оценка группы инфраструктурных факторов показана на рис. 88.

По инфраструктурным факторам безусловным лидером выступает Московская область. Она лидирует по показателям транспортной доступности, обеспеченности туристскими кадрами и музеями, занимает второе место по плотности средств размещения. Правда, по показателю туристской инфраструктуры охраняемых территорий Московская область входит лишь в четвертую десятку. Минимальные величины суммарного показателя туристской инфраструктуры у Республики Калмыкия, Корякского АО и ряда других регионов.

На основании распределения социально-экономических и инфраструктурных факторов произведена балльная оценка используемого объема услуги (рис. 88).

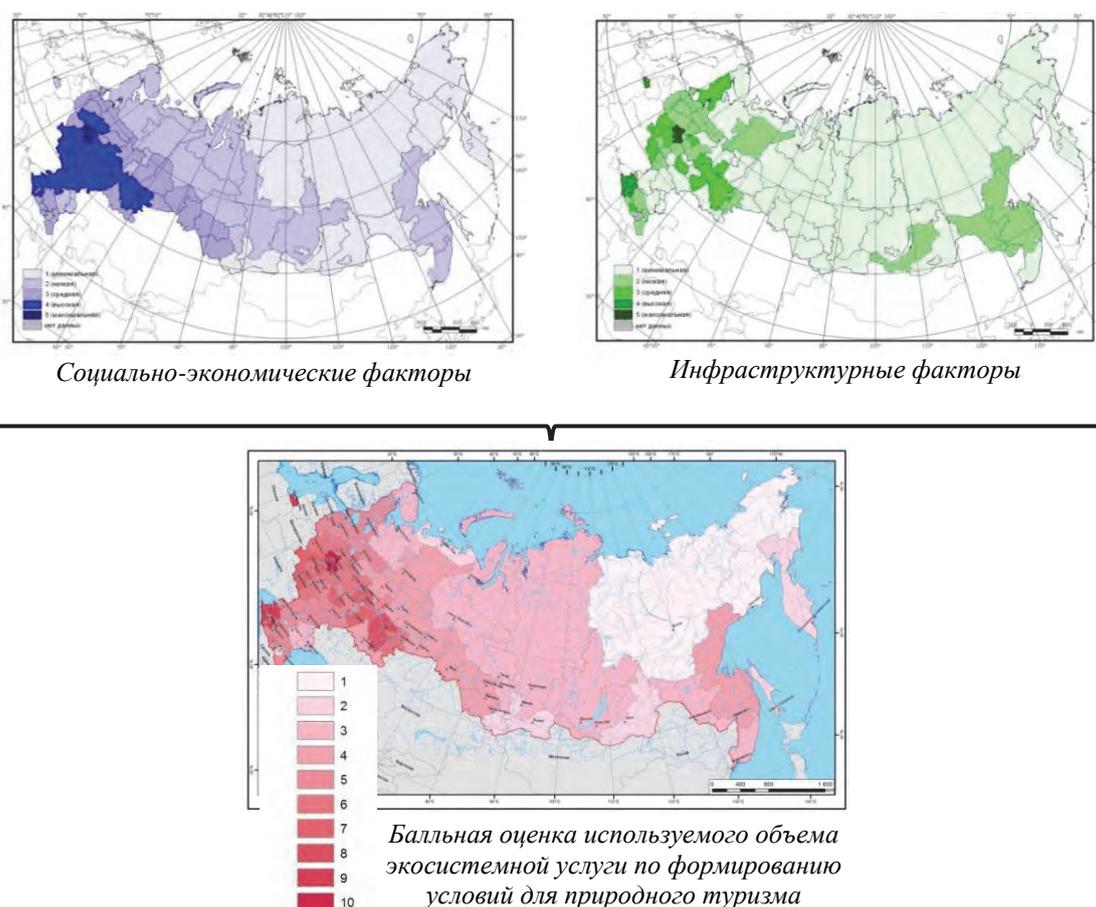


Рис. 88. Исходные данные (Басанец, Дроздов, 2006) для балльной оценки используемого объема экосистемной услуги по формированию условий для природного туризма и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы экосистемной услуги (Vпредоставленный – Vиспользуемый), показывает, что на большей части территории Российской Федерации (Европейский Север и азиатская часть) относительно преобладают природные факторы, формирующие условия для природного туризма, и данная услуга явно недоиспользована (зеленые цвета на рис. 89). Относительное преобладание социально-экономических факторов, определяющих использо-

вание экосистемной услуги, прослеживается в центре европейской части и в ее южной половине (красные цвета на рис. 89).

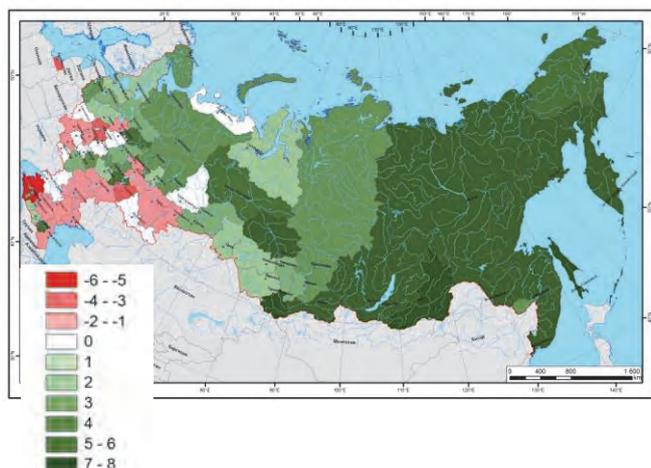


Рис. 89. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по формированию условий для туризма на природе

Если сравнить способствующие развитию туризма и затрудняющее его природные особенности, состояние туристского бизнеса и социально-экономические условия, то окажется, что трудно преодолимые противоречия содержатся только во второй и пятой из шести сравниваемых пар факторов (табл. 13). Затруднения в других четырех парах имеют в основном организационный характер и могут быть постепенно устранены, для чего понадобятся сосредоточенные усилия. Они должны быть направлены прежде всего на развитие инфраструктуры, поскольку иные социально-экономические и природные условия труднее поддаются управлению. Вторым приоритет – достижение высокого профессионального уровня в подготовке и проведении туров.

Таблица 13. Благоприятные и неблагоприятные факторы развития природного туризма

Благоприятные (сильные стороны)	Неблагоприятные (слабые стороны)
Огромное природное разнообразие (ландшафты от тундр до субтропиков, равнины и горы, моря, реки, озера)	Неадекватная этому разнообразию диверсификация турпродукта, неполнота природно-туристских программ
Естественность природных ландшафтов на обширных пространствах страны, их экологическая благоприятность	Уязвимость многих экосистем, наличие экологически неблагоприятных районов
Сеть охраняемых природных территорий, кадры натуралистов-экологов	Недостаточное количество специализированных туроператоров, дефицит подготовленных гидов
Множество регионов с традиционными сообществами и культурными ландшафтами	Не всегда дружественное отношение к туристам со стороны местных властей и жителей
Высокий в среднем уровень образования горожан и их интерес к путешествиям на природе	Низкий в среднем уровень благосостояния граждан и их недостаточная готовность к путешествиям на природе
Сравнительно низкие затраты на организацию туров на природе	Заблуждения насчет возможности быстро получить высокие доходы от природного туризма

Для ускоренного инфраструктурного развития необходимо тесное сотрудничество с региональными властями, местными жителями и бизнес-структурами. В повышении профессионального уровня организаторов природного туризма и качества его программ необходима поддержка государства – более всего нужны нормативы и юридическая защита, специальная информационная политика, подготовка кадров.

При развитии туризма на ООПТ или в их окрестностях необходимо понимать, что их приоритетной задачей является сохранение природных экосистем и лишь затем предоставление возможностей для туризма. Туризм неизбежно нарушает природные комплексы, т. е. в случае ООПТ использование рекреационных услуг входит в конфликт с задачей поддержания инфор-

мационных услуг ненарушенных природных территорий (см. раздел «Генетические ресурсы природных видов и популяций»). Следовательно, когда речь идет о заповедниках, туризм возможен только в их окрестностях.

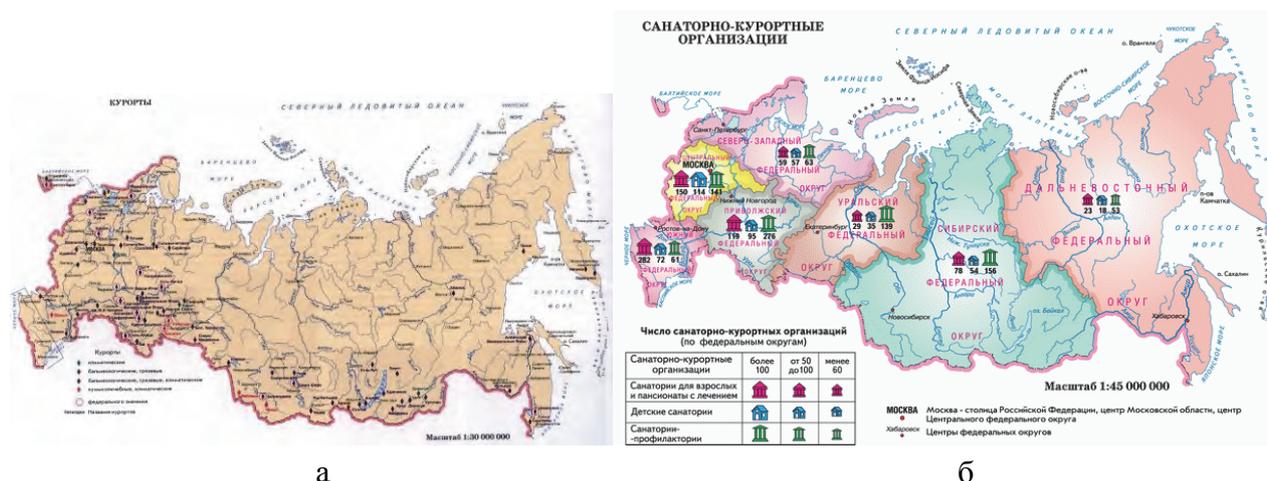
ФОРМИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОГО ОТДЫХА НА КУОРТАХ

Данная экосистемная услуга представлена лишь на уровне постановки задачи.

Предоставленный объем услуги по формированию природных условий для оздоровительного отдыха на курортах зависит от множества факторов, в том числе:

- комфортности климата;
- отсутствия загрязнений;
- природных оздоровительных факторов (микроклимата, минеральных вод, грязей и т. п.);
- доступности водоемов (для купания и пр.);
- наличия горных склонов (для катания на лыжах, прогулок и т. п.).

Используемый объем услуги может быть оценен по числу отдыхающих и/или пациентов в специализированных учреждениях коллективного размещения по данным Национального атласа России (рис. 90) и по спискам курортов (Курорты..., 1983).



*Рис. 90. Курорты (а) и санаторно-курортные организации (б)
(Национальный атлас России, т. 3)*

Курортные центры национального и регионального значения систематизированы и описаны (с различной детальностью, хотя существует форма стандартного паспорта курорта). Имеется также множество местных, часто стихийных лечебных точек (по преимуществу источников и ванн). Их состояние практически не контролируется. Сведения о числе пациентов, получающих лечение на крупных курортах, более или менее упорядочены и доступны. Но такие показатели, как, например, объемы продаж бутилированных минеральных вод надежно оценить сложно.

Необходимые данные для оценки и мониторинга экосистемной услуги. Минимальные сведения для ее оценки и мониторинга должны включать, наряду с числом отдыхающих (пациентов), количество и стоимость проданных путевок. Эта информация содержится в материалах, издаваемых некоторыми региональными статистическими службами.

Хотя оценки природных рекреационных ресурсов (иногда также и услуг) в разных масштабах выполняются в России в последнее время уже довольно часто (Басанец, 2006; Волкова и др., 2015; Дорофеев, 2003; Тульская, Шабалина, 2012), за рубежом подобные исследования развиты существенно шире и полнее (Clough, 2013; Maes et al., 2011; Nahuelhual et al., 2013; Walker, Glover, 2009).

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЕГИОНОВ РОССИИ: СООТНОШЕНИЕ ПРИРОДНЫХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПРЕДОСТАВЛЕННЫЙ И ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ ОБЪЕМЫ УСЛУГ

В настоящем разделе представлено сравнение регионов России по соотношению природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы экосистемных услуг. Как сказано выше, оценить относительную интенсивность действия в регионах этих факторов позволяют балльные оценки. Для услуг, которые были оценены количественно, проведено их ранжирование с присвоением соответствующих баллов. В следующих трех таблицах показаны балльные оценки предоставленного (табл. 14) и используемого (табл. 15) объемов экосистемных услуг в регионах, а также соотношение между этими оценками (Vпредоставленный – Vиспользуемый) (табл. 16). Регионы сгруппированы по федеральным округам, экосистемные услуги – по 4 категориям: производственные, средообразующие, информационные, рекреационные.

Производственные услуги

Как видно из табл. 14, природные факторы, определяющие предоставленный объем производственных услуг, относительно преобладают в отдельных регионах всех федеральных округов, но довольно спорадично: продукция древесины – в Северо-Западном, Центральном и Приволжском (лесные регионы европейской части страны); недревесная продукция – в Северо-Западном, Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном; продукция природных пастбищ – в Приволжском, Северо-Кавказском, Уральском и Сибирском (степные, лесостепные и предгорные регионы); охотничья продукция – в Северо-Западном, Центральном, Уральском округах (темно-зеленые цвета в табл. 14).

Что касается использования производственных услуг (табл. 15), то факторы, определяющие используемый объем древесины и недревесной продукции, относительно интенсивны в Северо-Западном, Центральном, Приволжском и Уральском округах (лесные регионы), природных пастбищ – в Южном и Северо-Кавказском округах (степные и предгорные регионы), а охотничьей продукции – в округах европейской части (кроме Южного) и Урала (темно-красные цвета в табл. 15).

Такое соотношение приводит к относительному преобладанию факторов использования экосистемных услуг в округах европейской части (табл. 16, розовый и красный цвета), а природных факторов обеспечения услуг – в округах азиатской части страны и на Урале (зеленый цвет в табл. 16).

Средообразующие услуги

Климаторегулирующие услуги (экосистемные услуги по регуляции цикла углерода) в значительном объеме предоставлены природными комплексами в отдельных регионах Северо-Западного, Центрального и Приволжского округов (табл. 14, зеленый и темно-зеленый цвета), наиболее мощные природные факторы обеспечения услуги хранения углерода действуют в регионах Западной Сибири, которые относятся к Уральскому и Сибирскому округам – Ханты-Мансийский АО, Тюменская и Томская области (табл. 14). Использование данных услуг, которое рассматривается как их учет в управляемых лесах, представлено во всех округах, кроме Южного и Северо-Кавказского, где таких лесов мало (табл. 15, красный и темно-красный цвета). В результате формируется дисбаланс факторов предоставления и использования «углеродных услуг» (табл. 16). В лесных регионах Северо-Западного, Центрального, Приволжского и Сибирского округов существенно преобладают факторы их использования (красный и темно-красный цвета), поскольку учет углерода в управляемых лесах там налажен, в то время как основные природные факторы обеспечения услуг представлены в нелесных округах, где имеются торфяные и черноземные почвы (зеленый цвет в табл. 16).

Таблица 14. Балльные оценки предоставленного объема экосистемных услуг по регионам России

	Продукционные				Средообразующие								Информационные			Рекреационные				
	Продукция древесины	Недревесная продукция	Природные пастбища	Охотничья продукция	Хранение запасов углерода	Регуляция погоды СФ	Очистка воздуха растительностью	Обеспечение объема стока	Регулирование вариаб-ти стока	Очистление стока наземн. экосист.	Очистение воды в водоемах	Защита ск земель от эрозии	Самомочнение почв	Опыление	Хранение генетических ресурсов	Информация о структуре и функц. эстетическое и познават. значение	Ежедневный и воскресный отдых	Туризм на природе		
Северо-Западный ФО																				
Архангельская область	3	10	2	1	3	7	2	6	3	6	8	2	7	2	4	2	5	4	6	
Вологодская область	9	9	1	3	3	8	2	7	2	9	8	2	8	2	8	2	8	8	7	
Ленинградская область	6	7	1	3	3	3	10	7	2	8	9	2	8	2	8	5	9	10	6	
Калининградская область	2	3	1	10	2	4	8	6	5	5	8	3	5	3	8	10	10	10	6	
Мурманская область	1	10	2	1	7	5	2	8	2	10	10	2	10	2	2	4	5	2	6	
Ненецкий АО	1	1	3	1	6	3	1	8	2	8	7	1	3	1	1	3	4	2	2	
Новгородская область	8	5	1	6	2	7	4	7	2	8	8	3	8	3	8	6	8	10	7	
Псковская область	4	7	1	7	3	5	3	6	3	6	8	5	7	5	8	6	8	10	8	
Республика Карелия	4	10	1	2	3	6	2	7	2	9	9	2	10	2	6	3	6	4	6	
Республика Коми	5	10	2	1	4	9	3	9	2	10	8	2	6	2	4	2	5	4	7	
Центральный ФО																				
Белгородская область	1	2	1	6	9	8	4	2	1	1	3	10	3	10	1	4	1	8	7	
Брянская область	4	6	1	5	2	9	7	3	10	2	4	8	6	8	7	7	6	10	6	
Владимирская область	4	6	1	6	2	7	9	4	6	4	4	6	4	6	7	8	7	8	6	
Воронежская область	1	2	1	2	7	4	4	2	8	1	2	10	1	10	2	3	1	10	8	
Ивановская область	4	6	1	4	2	7	7	5	3	4	5	7	8	7	7	9	8	8	6	
Калужская область	4	3	1	8	2	8	8	4	6	4	5	6	8	6	7	7	8	10	6	
Костромская область	10	8	1	3	2	10	3	6	2	8	6	3	8	3	8	7	9	10	8	
Курская область	1	2	1	3	7	10	6	2	1	1	3	10	3	10	2	7	2	10	6	
Липецкая область	1	2	1	3	5	9	5	3	6	1	4	10	5	10	2	5	1	10	6	
Московская область	2	6	1	7	4	1	7	4	5	4	5	6	7	6	7	6	7	8	6	
Орловская область	1	2	1	2	4	9	4	3	8	1	4	10	3	10	2	8	3	10	6	
Рязанская область	2	3	1	3	6	7	4	3	7	2	4	9	3	9	5	4	3	8	6	
Смоленская область	6	6	1	9	2	6	3	5	4	5	4	6	8	6	7	5	7	10	6	
Тамбовская область	1	3	1	2	7	7	3	3	7	1	2	10	3	10	2	3	1	10	8	
Тверская область	6	6	1	6	2	6	4	7	2	7	7	4	8	4	8	3	7	10	7	
Тульская область	1	3	1	7	4	8	8	3	8	1	4	10	3	10	5	5	4	8	6	
Ярославская область	7	6	1	9	1	6	7	6	2	6	7	5	8	5	8	8	8	10	4	
Приволжский ФО																				
Кировская область	7	7	1	3	2	10	4	6	3	6	6	5	8	5	7	3	5	8	7	
Нижегородская область	6	7	1	3	2	9	9	4	5	3	4	7	5	7	6	5	6	8	8	
Оренбургская область	1	2	9	2	5	3	2	2	7	1	1	10	1	10	2	2	1	8	4	
Пензенская область	2	3	1	2	5	7	6	2	1	1	2	10	5	10	2	4	1	10	8	
Пермский край	8	8	1	2	2	10	4	7	2	9	7	3	9	3	8	3	7	8	7	
Республика Башкортостан	5	4	2	3	4	8	5	5	2	4	3	7	4	7	6	4	3	10	6	
Республика Марий Эл	4	10	1	4	3	9	7	4	5	4	4	6	5	6	7	9	8	10	6	
Республика Мордовия	3	4	1	2	4	10	4	3	7	2	3	9	6	9	4	7	4	10	8	
Республика Татарстан	2	3	1	2	4	10	7	3	6	2	4	10	3	10	4	4	3	10	6	
Самарская область	1	2	6	4	6	3	6	3	7	1	1	10	1	10	3	6	3	10	4	
Саратовская область	1	2	5	3	5	3	2	2	1	1	1	10	2	10	3	3	1	8	4	
Удмуртская Республика	4	6	1	6	2	7	10	5	3	4	5	7	7	7	7	8	7	10	6	
Ульяновская область	4	3	1	4	6	6	6	2	10	2	2	9	4	9	3	8	4	10	9	
Чувашская Республика	2	5	1	4	3	8	8	3	6	2	4	8	3	8	5	9	5	10	10	
Южный ФО																				
Астраханская область	1	1	2	1	1	5	2	1	1	1	1	4	7	4	7	8	8	6	1	
Волгоградская область	1	2	4	1	3	2	2	2	1	1	1	8	2	8	4	5	3	6	3	
Краснодарский край	1	2	2	2	4	10	6	3	10	1	6	9	2	9	4	9	4	8	3	
Республика Адыгея	2	1	3	4	5	7	10	4	9	2	9	7	5	7	6	10	7	8	8	
Республика Калмыкия	1	1	5	1	1	5	1	1	1	1	1	2	5	2	5	7	7	4	1	
Ростовская область	1	2	2	1	4	2	4	1	1	1	6	10	1	10	2	5	1	8	5	
Северо-Кавказский ФО																				
Ингушская Республика	1	1	8	8	4	1	3	3	10	1	5	8	5	8	5	10	6	8	8	
Кабардино-Балкарская Респ.	1	1	4	3	4	2	8	6	4	3	9	7	5	7	7	10	8	8	7	
Карачаево-Черкесская Респ.	2	1	3	4	4	1	3	9	2	7	10	5	7	5	9	10	10	6	6	
Республика Дагестан	1	2	4	1	3	10	7	1	1	1	4	6	7	6	1	9	5	6	4	
Респ. Северная Осетия - Алания	1	1	6	3	4	4	10	6	4	3	9	7	7	7	7	10	8	8	6	
Ставропольский край	1	2	6	1	4	7	6	1	1	1	2	8	4	8	3	8	4	8	4	
Чеченская Республика	2	1	7	2	3	6	8	1	1	1	2	6	6	6	6	10	7	8	6	
Уральский ФО																				
Курганская область	2	3	10	10	5	9	3	1	1	1	2	10	1	10	6	6	6	10	6	
Свердловская область	6	7	2	4	4	7	9	5	2	7	5	3	7	3	8	3	7	6	4	
Тюменская область	6	8	3	2	10	6	2	3	4	3	2	4	2	4	8	4	7	8	6	
Ханты-Мансийский АО-Югра	3	9	2	1	10	4	2	6	2	8	7	2	4	2	5	1	5	4	7	
Челябинская область	2	3	9	10	5	4	7	4	1	3	3	7	2	7	5	7	6	10	4	
Ямало-Ненецкий АО	1	4	2	1	6	4	2	6	2	7	8	1	4	1	2	1	4	4	4	
Сибирский ФО																				
Алтайский край	2	2	9	3	5	4	3	4	2	2	3	8	4	8	4	6	3	8	5	
Забайкальский край	3	5	3	5	3	5	2	4	2	3	7	3	9	3	7	2	5	8	9	
Иркутская область	4	8	2	2	2	6	4	6	1	7	7	2	8	2	6	1	6	6	8	
Кемеровская область	4	2	5	1	3	2	7	10	1	10	9	5	8	5	8	6	8	8	5	
Красноярский край	2	5	2	1	3	4	2	8	2	8	7	2	8	2	2	1	4	4	6	
Новосибирская область	2	5	9	3	5	8	3	2	5	2	2	8	2	8	4	5	3	10	5	
Омская область	5	10	8	1	6	7	2	2	6	2	1	8	1	8	5	7	5	8	5	
Республика Алтай	2	3	3	5	3	4	3	10	1	10	10	2	9	2	10	9	10	6	10	
Республика Бурятия	2	4	2	3	3	4	2	7	2	7	9	3	9	3	8	2	6	6	9	
Республика Тыва	1	7	2	3	3	5	2	7	2	7	9	3	9	3	10	5	8	6	8	
Республика Хакасия	2	1	3	3	3	2	4	10	1	9	10	4	6	4	9	9	9	8	4	
Томская область	6	0	2	1	10	5	2	4	4	5	4	2	3	2	5	1	5	4	8	
Дальневосточный ФО																				
Амурская область	3	1	2	4	4	5	2	7	1	5	10	2	7	2	6	2	6	8	8	
Еврейская автономная обл.	2	1	2	5	6	2	4	7	2	5	10	2	4	2	8	9	10	6	6	
Камчатский край	1	3	2	1	5	2	2	8	2	10	10	1	7	1	1	2	4	6	7	
Магаданская область	1	2	2	1	6	2	2	9	1	9	8	1	7	1	2	1	3	6	6	
Приморский край	3	4	2	6	3	2	4	8	3	8	10	2	7	2	9	4	9	6	9	
Республика Саха (Якутия)	1	9	2	1	4	3	2	6	2	5	5	2	7	2	2	1	4	4	6	6
Сахалинская область	2	4	2	1	6	2	4	10	1	10	10	2	9	2	6	8	9	6	10	
Хабаровский край	2	5	2	1	4	2	2	9	2	9	10	2	8	2	5	1	5	6	9	
Чукотский АО	1	1	2	1	4	2	1	9	1	6	8	1	8	1	1	1	3	4	5	

Природные факторы, обеспечивающие услуги по регулированию гидросферы, более сильны прежде всего в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном округах, а также в горных районах Северо-Кавказского округа (табл. 14, зеленый и темно-зеленый цвета). Факторы, определяющие использование водных ресурсов, сосредоточены главным образом в регионах Центрального, Южного и Северо-Кавказского округов (табл. 15, красный и темно-красный цвета). В результате природные факторы, обеспечивающие водорегулирующие услуги, преобладают в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном округах (табл. 16, зеленый и темно-зеленый цвета), в то время как факторы их использования – в Южном и Северо-Кавказском округах (красный и темно-красный цвета в табл. 16).

Почвозащитные экосистемные услуги обеспечиваются в различной степени фактически повсеместно (табл. 14), однако необходимо помнить, что оценка услуг по предотвращению эрозии почв принципиальным образом зависит от того, рассматриваем ли мы все почвы или только сельскохозяйственные (в сравнительных таблицах представлены оценки для сельскохозяйственных почв). Факторы использования почвозащитных услуг очевидным образом преобладают в сельскохозяйственных регионах Центрального, Приволжского, Южного и Северо-Кавказского округов (табл. 15, красный и темно-красный цвета). Оценка баланса природных и социально-экономических факторов показывает, что последние максимально преобладают в Южном федеральном округе, частично – в сельскохозяйственных регионах Сибирского округа, а в случае экосистемной услуги по самоочищению почв – также в регионах Центрального, Приволжского и Уральского округов (табл. 16, красный и темно-красный цвета).

Информационные услуги

Природные факторы, определяющие предоставленный объем информационных услуг, связаны с показателями биологического разнообразия. Относительно сильны они в отдельных регионах всех округов, но наиболее выделяются горные территории Северо-Кавказского и Сибирского округов (табл. 14, зеленый и темно-зеленый цвета). Факторы использования информационных услуг наиболее интенсивны в регионах с высокой плотностью населения и развитой дорожной сетью (Центральный, Приволжский, Южный округа) (табл. 15, красный и темно-красный цвета).

В результате факторы использования информационных услуг преобладают в Центральном, Приволжском и Южном округах (красные цвета в табл. 16), в то время как природные факторы, обеспечивающие эти экосистемные услуги, – в Северо-Западном, Северо-Кавказском, Сибирском и Дальневосточном округах (зеленые цвета в табл. 16).

Рекреационные услуги

Распределение природных и социально-экономических факторов обеспечения и использования рекреационных услуг показывает их довольно хорошую сбалансированность. Природные факторы преобладают в регионах с благоприятным климатом, которые в наибольшей степени освоены человеком, и именно там наиболее сильны факторы использования данных экосистемных услуг. Поэтому в большинстве регионов отмечен относительный баланс природных и социально-экономических факторов (табл. 16, белый цвет и светлые тона), и лишь в Сибирском и Дальневосточном округах наблюдается незначительное преобладание природных факторов, обеспечивающих рекреационные услуги (зеленый цвет в табл. 16).

В целом табл. 16 показывает вполне ожидаемую картину: природные факторы, обеспечивающие экосистемные услуги, относительно преобладают в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном округах (зеленые цвета), а социально-экономические факторы их использования – в Центральном, Приволжском, Южном и Северо-Кавказском федеральных округах (розовый и красные цвета в табл. 16).

Таблица 16. Сопоставление предоставленного и используемого объемов экосистемных услуг по регионам России

	Производственные				Средообразующие								Информационные			Рекреационные				
	Производство древесины	Недревесная продукция	Природные пастбища	Охотничья продукция	Хранение запасов углерода	Регуляция потока CO ₂	Очистка воздуха растительностью	Обеспечение объема стока	Регулирование variability стока	Очистление стока наземн. экосист.	Очистление воды в водоемах	Защита с/х земель от водной эрозии	Защита с/х земель от ветр. эрозии	Самосмещение почв	Опыление	Хранение генетических ресурсов	Информация о структуре и функциях	Эстетическое и познават. значение	Ежедневный и воскресный отдых	Туризм на природе
Северо-Западный ФО																				
Архангельская область	-4	1	0	0	-5	2	1	5	2	5	4	1	1	4	0	2	0	3	2	3
Вологодская область	-1	1	0	0	-6	1	-3	5	0	5	3	0	1	4	0	7	1	5	5	2
Ленинградская область	-4	0	0	-1	-5	-6	6	-3	-3	-1	0	1	0	2	0	0	-3	2	3	1
Калининградская область	-1	-2	0	0	1	-3	5	3	-4	-3	-2	-2	-3	-2	-1	0	2	1	1	-3
Мурманская область	-1	2	0	0	2	1	-1	4	1	6	3	1	1	7	0	-3	-1	2	-1	3
Ненецкий АО	0	0	1	0	5	2	0	7	1	7	6	0	0	2	0	0	2	3	1	0
Новгородская область	-2	-4	0	-2	-7	-3	2	6	0	4	3	0	0	5	1	2	0	2	4	2
Псковская область	-1	-3	0	0	-2	-4	2	4	2	3	4	1	1	3	3	6	4	2	4	3
Республика Карелия	-3	0	0	1	-3	-1	1	6	1	7	4	1	1	7	0	3	0	2	0	1
Республика Коми	0	6	0	0	-6	3	0	8	1	7	5	1	1	3	0	1	-1	3	2	3
Центральный ФО																				
Белгородская область	-1	1	0	-3	7	2	-4	-1	-8	-2	-5	1	2	-5	1	-6	-3	-8	-1	0
Брянская область	-5	-3	0	-1	-3	-1	5	1	6	-1	-2	2	2	0	6	3	3	-2	2	-1
Владимирская область	-6	-3	0	-3	-5	-3	7	2	0	-6	-5	0	1	-4	4	-2	-1	-2	-1	0
Воронежская область	-2	-1	0	-3	6	1	1	-1	2	-2	-5	2	2	7	0	-7	-6	-7	2	2
Ивановская область	-2	-4	0	-1	-5	-3	5	2	-1	-4	-4	2	2	2	5	1	3	1	1	0
Калужская область	-2	1	0	1	-4	-1	7	2	1	-3	-4	1	1	2	4	-3	-3	0	2	-1
Костромская область	0	2	0	1	8	0	1	-2	1	4	2	0	0	4	1	7	6	5	6	4
Курская область	-1	1	0	-1	6	5	4	-1	-4	-2	-1	0	2	-4	3	-6	-1	-7	1	-1
Липецкая область	-2	0	0	1	4	6	-5	0	-1	-5	-5	2	2	-3	1	1	4	-8	1	0
Московская область	-2	-3	0	-3	-3	-9	0	-6	-5	-6	-5	1	1	-3	4	-3	-4	-3	-2	-4
Орловская область	-1	0	0	-2	3	6	3	1	4	-2	-3	0	1	-4	5	1	7	-5	2	0
Рязанская область	-3	-3	0	-2	3	3	-1	1	3	-7	-3	2	2	-5	6	-2	-3	-4	1	0
Смоленская область	0	-1	0	-1	-3	-4	1	3	2	-4	-1	1	1	2	4	2	0	0	3	0
Тамбовская область	-2	-1	0	1	5	3	0	2	3	-1	-3	3	2	-4	0	-4	-3	-6	3	3
Тверская область	-3	-1	0	-4	-6	-4	2	1	0	-2	2	0	0	2	2	1	-4	1	4	1
Тульская область	-1	2	0	-3	2	2	-2	-1	1	-9	-6	0	2	-7	5	-3	-3	-5	-1	-1
Ярославская область	-2	2	0	-1	-5	-2	3	3	-3	-3	-2	0	1	2	3	-1	-1	1	3	-2
Приволжский ФО																				
Кировская область	-3	2	0	0	-6	1	2	5	2	2	1	1	1	3	3	3	-1	2	4	3
Нижегородская область	-4	0	0	-1	-4	0	6	-1	-2	-1	-6	2	2	-2	4	-4	-5	-2	1	2
Оренбургская область	-1	0	1	1	4	0	-7	-4	4	-1	-3	0	1	-8	4	-1	-1	-4	3	0
Пензенская область	-2	1	0	-2	2	1	5	0	-2	-1	-5	2	3	-2	5	-7	-5	-6	3	1
Пермский край	0	4	0	0	-7	0	0	2	-2	2	-1	0	1	3	1	0	-5	3	4	3
Республика Башкортостан	1	2	-1	1	-1	1	0	3	-3	-4	-2	1	-4	4	-2	-4	-2	5	-2	
Республика Марий Эл	-6	0	0	1	-4	1	4	2	2	-3	1	2	1	4	4	6	3	5	-1	
Республика Мордовия	-2	-1	0	1	0	2	1	2	4	-1	-2	2	3	0	7	-2	1	-3	3	3
Республика Татарстан	0	0	0	-1	1	3	0	-1	-3	-3	-6	3	3	-7	5	-6	-6	-5	2	-1
Самарская область	-1	1	1	-2	4	-2	-2	-2	-1	-4	-9	1	3	-8	0	-7	-4	-6	1	-3
Саратовская область	-1	1	0	0	4	0	0	0	-2	-1	-3	2	0	-6	0	-3	-3	-5	2	-1
Удмуртская Республика	-5	1	0	-2	-5	-3	4	2	-2	1	-3	2	2	2	5	2	3	0	3	1
Ульяновская область	-1	-3	0	1	2	-2	4	0	6	-2	-6	3	3	-3	3	-7	-2	-2	4	4
Чувашская Республика	-1	-1	0	2	-1	-2	5	1	-1	-2	0	0	2	-4	6	-3	1	-4	1	3
Южный ФО																				
Астраханская область	0	0	-5	0	0	2	-2	-5	-1	0	-4	-2	-6	1	2	3	4	3	1	-2
Волгоградская область	-1	1	0	-3	2	1	-1	0	-2	0	-4	1	-2	-6	1	-3	-2	-4	-1	-2
Краснодарский край	-1	0	0	-3	1	4	1	-6	2	-2	-4	2	2	-8	0	-4	1	-5	-1	-6
Республика Адыгея	0	0	-1	-2	0	0	8	-2	4	-1	0	2	2	0	-3	1	5	-2	-1	2
Республика Калмыкия	-1	0	-5	0	0	4	0	-1	0	0	-2	-5	-8	0	0	4	6	4	1	-2
Ростовская область	-1	1	-2	-3	3	-1	1	-6	-4	-1	-1	2	1	-9	2	-7	-4	-6	1	0
Северо-Кавказский ФО																				
Ингушская Республика	0	0	-1	-2	1	-4	2	-5	5	-1	0	-1	2	-3	4	0	5	-2	0	4
Кабардино-Балкарская Респ.	0	0	-6	-1	2	-2	7	-2	-1	-2	2	-2	1	-2	2	0	3	0	0	1
Карачаево-Черкесская Респ.	0	0	-7	-5	0	-5	0	6	0	3	1	-4	-1	2	2	3	4	4	0	1
Республика Дагестан	-1	1	-6	0	2	6	6	-8	-4	0	-2	-3	-4	-1	4	-4	4	-2	-1	-1
Респ. Северная Осетия - Алания	0	0	-3	-2	1	-1	3	-1	-3	-5	-1	-3	1	0	4	0	3	-1	-1	1
Ставропольский край	-1	1	-3	0	3	4	4	-9	-4	0	-5	0	-2	-5	1	-2	3	-2	2	-1
Чеченская Республика	0	0	-2	1	0	2	6	-6	-3	-1	-2	-4	-1	-2	4	2	6	-2	-1	4
Уральский ФО																				
Курганская область	-4	-1	5	0	2	3	2	0	0	-1	-2	3	4	-6	8	3	3	2	6	2
Свердловская область	-2	1	0	1	-5	-2	0	3	-3	-3	-4	1	1	0	1	-1	-6	1	0	0
Тюменская область	2	0	1	-1	4	0	1	2	-6	1	-2	3	3	-3	2	1	-3	5	6	2
Ханты-Мансийский АО-Югра	0	4	0	0	2	-1	-5	5	-1	7	5	1	1	0	0	2	-2	4	3	4
Челябинская область	-1	0	3	6	1	-4	-3	1	-5	-7	-7	1	1	-7	5	-4	-2	0	4	-2
Ямало-Ненецкий АО	-1	3	0	0	2	0	-1	5	1	6	7	0	0	3	0	1	0	3	3	1
Сибирский ФО																				
Алтайский край	-1	0	1	1	1	-1	1	3	1	-1	2	1	-2	-4	6	0	2	-1	4	1
Забайкальский край	0	3	1	2	-5	-3	1	3	1	2	6	0	1	5	1	6	1	2	5	7
Иркутская область	-4	6	0	1	-7	-1	2	5	0	4	3	1	1	3	0	2	-3	4	4	5
Кемеровская область	1	0	2	0	-4	-7	-3	3	-4	0	-1	-2	1	0	3	4	2	2	2	2
Красноярский край	-1	4	0	0	-2	1	0	7	1	6	5	1	1	6	0	-1	-2	2	2	3
Новосибирская область	-1	2	4	-2	1	3	1	0	3	0	-2	3	0	-6	6	-5	-4	-1	6	1
Омская область	1	7	3	0	1	1	-1	1	4	-2	-4	3	-1	-7	6	-1	1	1	4	1
Республика Алтай	0	1	0	3	-4	0	2	9	0	8	9	-4	0	7	0	9	8	8	4	8
Республика Бурятия	0	2	0	1	-3	-2	1	6	1	6	8	1	2	6	1	6	0	4	4	6
Республика Тыва	-1	5	0	2	0	4	1	6	1	6	8	-2	-5	7	1	9	4	7	5	6
Республика Хакасия	0	0	0	2	-4	-1	1	9	0	-1	7	-1	-5	1	2	8	8	5	4	2
Томская область	2	-4	0	0	1	-2	0	3	3	4	3	1	1	0	0	-1	-5	3	2	5
Дальневосточный ФО																				
Амурская область	0	-1	0	1	-4	1	1	6	0	4	8	1	1	3	0	4	0	4	6	5
Еврейская автономная обл.	-1	0	0	3	-1	-4	3	6	1	4	7	0	0	2	0	5	6	6	2	3
Камчатский край	-1	0	0	0	3	-2	1	7	1	9	9	0	0	6	0	-1	0	3	5	5
Магаданская область	-1	0	0	0	1	1	1	8	0	8	7	0	0	5	0	0	-1	2	5	5
Приморский край	0	-1	0	1	-7	-4	2	6	1	5	4	1	1	3	0	2	-3	5	2	6
Республика Саха (Якутия)	-1	7	0	0	0	0	1	5	1	4	4	1	1	4	0	1	0	3	5	5
Сахалинская область	0	-4	0	0	-3	-6	2	9	-4	5	7	1	1	6	0	2	4	6	3	8
Хабаровский край	-1	2	0	0	-2	-1	1	8	1	8	8	1	1	5	0	3	-1	4	5	5
Чукотский АО	0	0	0	0	3	1	0	8	0	5	7	0	0	7	0	0	0	2	3	4

МАСШТАБЫ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Размеры Российской Федерации и разнообразие ее природных и природно-социальных комплексов определяют ключевую важность анализа пространственных масштабов экосистемных услуг и районирования территории страны для дальнейшей разработки системы их учета, мониторинга и оценки.

Экосистемные услуги можно разделить на несколько групп, в зависимости от того, зависят ли они от расстояния и от направления (табл. 17). На основании этого подхода появляется возможность определить, в отношении каких услуг могут возникать отношения «донор – реципиент». В частности, очевидно, что для локальных и «точечных» услуг такие отношения между регионами обычно отсутствуют, а для услуг, зависящих от направления природных потоков или потоков потребителей, отношения «донор – реципиент» определяются положением территории или региона (ниже или выше по течению рек, преобладающими ветрами, основными направлениями перемещений людей).

Таблица 17. Классификация экосистемных услуг по пространственным характеристикам (по Costanza, 2008, с изменениями)

	<i>Категория услуг</i>	<i>Примеры услуг</i>	<i>Отношения «донор – реципиент»</i>
1	Глобальные услуги, не зависящие от расстояния	<ul style="list-style-type: none"> • Биогеофизические механизмы регуляции глобальной климатической системы (регуляция потоков энергии между поверхностью и атмосферой) • Поглощение углерода и хранение его запасов • Регуляция потоков других парниковых газов • Культурное и этическое значение биоразнообразия 	<i>Доноры – «природные» регионы Реципиенты – все регионы</i>
2	Региональные и межрегиональные, зависящие от расстояния	<ul style="list-style-type: none"> • Регуляция образования облаков и количества осадков • Регуляция альбедо 	<i>Доноры – «природные» регионы Реципиенты – окружающие их регионы</i>
3	Локальные, зависящие от расстояния, и «точечные» услуги (используются в месте производства)	<ul style="list-style-type: none"> • Защита от штормов, наводнений и других экстремальных явлений • Обезвреживание отходов • Опыление и биологический контроль вредителей • Формирование почв и защита их от эрозии • Древесина и недревесная продукция леса, используемые на месте • Другая биопродукция, используемая на месте 	<i>Отношения «донор – реципиент» отсутствуют</i>
4	Зависящие от направления природных потоков (перемещаются от места производства к месту потребления)	<ul style="list-style-type: none"> • Регулирование variability стока • Регулирование объема стока • Очистка воды • Предотвращение водной эрозии и накопления осадков в водоемах • Предотвращение ветровой эрозии и пыльных бурь 	<i>Доноры – «природные» регионы выше по течению или с наветренной стороны Реципиенты – регионы ниже по течению или с подветренной стороны</i>
5	Зависящие от направления потоков потребителей (перемещение потребителей услуг к природным благам)	<ul style="list-style-type: none"> • Генетические ресурсы • Рекреационные услуги • Культурное и эстетическое значение биоразнообразия • Природные пастбища • Продукционные услуги (древесина и другая биопродукция) 	<i>Доноры – «природные» регионы, доступные для потребителей Реципиенты – регионы, откуда прибывают потребители услуг</i>

Различные экосистемные услуги «работают» в разных пространственно-временных диапазонах, поэтому механизмы интеграции их ценности в экономику и процесс принятия решений должны соответствовать масштабу действия каждой из услуг. Примеры пространственного масштаба экосистемных услуг приведены в табл. 18.

Таблица 18. Примеры и значение экосистемных услуг в разных пространственных масштабах

Услуги	Точечный и локальный масштаб	Региональный масштаб	Межрегиональный и национальный масштаб	Международный и глобальный масштаб
Продукционные				
Производство древесины	Высокое Заготовка дров и стройматериалов для личного пользования. Древесина – важный ресурс для значительного числа физических и юридических лиц, особенно в сельской местности	Высокое Доступность и стоимость древесины являются факторами, воздействующими на экономическую эффективность крупных деревообрабатывающих предприятий. В ряде регионов доходы от лесной и деревообрабатывающей промышленности составляют важную часть бюджета	Среднее Доля лесного сектора в национальной экономике значима, но существенно уступает топливно-энергетическому сектору. Лесной комплекс составляет около 1 % в ВВП России	Высокое По состоянию на 2012 г. Россия лидировала в мировом экспорте круглого леса и занимала второе место по экспорту пиломатериалов. Потенциальные изменения объемов экспорта древесины из России окажут очень серьезное воздействие на мировые цены
Недревесная продукция лесных и других наземных экосистем	Среднее Сбор грибов, ягод, лекарственных растений – важный ресурс для личного потребления и частной продажи некоторых категорий людей	Низкое Данный ресурс не играет существенной роли в экономике регионов	Низкое Данный ресурс не играет существенной роли в экономике страны	Не определено Оценить вклад России в глобальное производство недревесной продукции трудно из-за недостатка данных
Продукция природных пастбищ и сенокосов	Высокое Обеспечивает кормовыми ресурсами локальные сообщества, в том числе коренное оленеводческое население Севера	Среднее Существенно влияет на региональный уровень развития животноводства и оленеводства	Среднее Влияет на национальный уровень развития сельского хозяйства	Не определено Оценить вклад России в глобальную продукцию природных пастбищ и сенокосов трудно из-за недостатка данных
Продукция пресноводных экосистем	Высокое Речная и озерная рыба – важный ресурс для местного населения в некоторых регионах	Высокое Играет существенную роль в экономике некоторых регионов	Среднее Доля рыбного хозяйства в национальной экономике значима, но существенно уступает другим ее секторам. Рыболовство в пресных водоемах составляет менее 1 % в ВВП России	Низкое Экспорт пресноводной рыбы из России не составляет существенной доли в ее мировом обороте
Охотничья продукция	Среднее Важный ресурс для личного потребления и частной продажи некоторых категорий населения	Низкое Данный ресурс в настоящее время не играет существенной роли в экономике регионов	Низкое Данный ресурс не играет существенной роли в экономике страны	Не определено
Производство меда на природных территориях	Высокое Важное значение в некоторых местностях	Низкое Данный ресурс в настоящее время не играет существенной роли в экономике регионов	Низкое Данный ресурс не играет существенной роли в экономике страны	Не определено Оценить вклад России в глобальную продукцию природного меда трудно из-за недостатка данных

Услуги	Точечный и локальный масштаб	Региональный масштаб	Межрегиональный и национальный масштаб	Международный и глобальный масштаб
Средообразующие				
Регуляция углеродного цикла и потоков парниковых газов	Крайне низкое В рамках Киотского протокола в России действовал проект «Бикин», направленный на предотвращение эмиссий углерода в массиве кедрово-широколиственных лесов. В настоящее время локальные проекты отсутствуют	Низкое, в перспективе – среднее Неправительственным организациям иногда удается внести «углеродную» компоненту в региональную лесную политику	Низкое, в перспективе – высокое На уровне государственной политики признана необходимость адекватного учета роли лесов России в сохранении глобального климата	Высокое Наземные экосистемы России являются очень крупными хранилищами и поглотителями углерода и оказывают важное влияние на климатическую систему Земли
Биогеофизическая регуляция климата	Среднее Микроклимат и локальный климат существенно зависят от растительности	Высокое Услуга важна для регулирования уровня осадков и силы ветра в континентальных регионах	Высокое Большая территория страны обуславливает существенное влияние физических параметров экосистем на континентальный климат	Высокое Большая территория страны обуславливает существенное влияние физических параметров экосистем на глобальный климат
Регуляция гидрологического режима территорий, очистка воды наземными экосистемами	Высокое Защита родников, ручьев, колодцев. Обеспечение местного населения и хозяйственных структур водой	Высокое Регуляция стока и режима малых рек и озер, предотвращение наводнений. Для многих регионов услуга имеет ключевое значение в их обеспечении водой и предотвращении наводнений	Среднее, в перспективе – высокое Значение водообеспечивающих услуг будет увеличиваться на фоне происходящих изменений климата и растительности	Среднее Сток российских рек, особенно в Северный Ледовитый океан, влияет на океаническую циркуляцию, климатическую систему Земли, пути миграций морских биологических ресурсов
Очистка воды в природных водоемах	Высокое Определяет качество воды в прудах, малых озерах и реках	Высокое Определяет качество воды в водоемах регионального значения	Среднее Влияние на качество воды в крупных реках и озерах	Среднее Влияние на качество воды в прибрежных морских водах и трансграничных реках
Формирование биопродуктивности почв, самоочищение почв от загрязнений, защита их от эрозии, регулирование криогенных процессов	Высокое Определяет плодородие и устойчивость почв, в зонах многолетней мерзлоты – вероятность ее разрушения	Высокое Важна для сельскохозяйственных и горных регионов, а также зоны многолетней мерзлоты	Высокое Определяет интенсивность эрозии почв и, следовательно, устойчивость национально-го сельского хозяйства	Низкое Предотвращение трансграничных пыльных бурь и заиления трансграничных водоемов
Рекреационные				
Создание природных условий для рекреации	Высокое Отдых на природе рядом с домом – важнейший вид отдыха для большинства населения	Среднее Места отдыха регионального значения (прежде всего водоемы, грибные леса) посещает большое число людей	Низкое, в перспективе – среднее Важность курортов и ценных природных мест национального значения будет увеличиваться по мере развития туристической инфраструктуры	Низкое, в перспективе – среднее Важность курортов и уникальных природных мест международного значения будет увеличиваться по мере развития туристической инфраструктуры

Экосистемные услуги *локального* масштаба должны компенсировать и поддерживать прежде всего местные жители и местные предприятия. Например, какой-либо регион не будет платить за сохранение почв в расположенном по соседству (кроме случаев, когда водная и ветровая эрозия приводит к ухудшению показателей среды в смежных регионах) или за сохранение родников и малых рек (если это мало влияет на суммарный сток в нижнем течении). Поэтому для поддержания экоуслуг локального значения необходимо развитие механизмов оплаты их ценности, позволяющих регулировать отношения между отдельными лицами или предприятиями, а также просвещение населения.

Экосистемные услуги, распространяющие свое действие на *несколько регионов* (например, леса в верховьях рек регулируют их сток в нижнем течении в других регионах), требуют развития межрегиональных механизмов компенсации или рынков экоуслуг. Например, крупные города в нижнем течении могут платить за сохранение природных экосистем в верховьях для повышения качества воды или поддержания его приемлемого уровня (пример – сохранение природных экосистем в водосборном бассейне, питающем водой Нью-Йорк).

Хранение и поглощение углерода – важнейшие *глобальные* климаторегулирующие услуги. Наибольшей угрозой для них в наземных экосистемах являются антропогенные нарушения природных экосистем, связанные с лесозаготовками, добычей торфа, осушением болот, добычей полезных ископаемых, а также пожары. Местное население, проживающее в регионах, выполняющих основную часть «углеродных» экосистемных услуг, как правило, не в состоянии экономически компенсировать минимизацию таких воздействий на экосистемы и, более того, заинтересовано в интенсификации добычи сырья, поскольку нередко работает в этой сфере. Добывающие компании обычно рассматривают меры по минимизации вреда экосистемам лишь как дополнительные затруднения и обременения. То есть получается, что местное население и бизнес чаще всего не заинтересованы в поддержании глобальных экосистемных услуг по регуляции цикла углерода. Редкое исключение – коренные народы, ведущие традиционное хозяйство и заинтересованные в сохранении природных экосистем (но не их углеродной, а других экосистемных функций). В этом отношении показателен пример единственного успешного в России проекта по управлению лесами в рамках «киотского» механизма совместного осуществления, реализованного в бассейне реки Бикин (Приморский край). Суть проекта заключалась в получении удэгейской общиной «Тигр» арендных прав на значительные площади с отказом от промышленных рубок и активизацией традиционного пользования природными ресурсами (сбор орехов корейской сосны, ягод, грибов, папоротника, лекарственных растений и т. д.). Оплата аренды была осуществлена за счет продажи единиц сокращения выбросов парниковых газов. Организационные вопросы, в том числе по официальному оформлению проекта в структурах РКИК ООН и реализации квот на выбросы, решены при участии Всемирного фонда дикой природы (WWF). После отказа Российской Федерации от обязательств по второму периоду действия Киотского протокола все проекты совместного осуществления в стране были прекращены, однако к этому времени на территории бикинских лесов был создан национальный парк, что обеспечило преемственность природоохранной деятельности в этом районе.

Потребителем и бенефициаром «углеродных» экосистемных услуг является все мировое сообщество, которое создает механизмы для их сохранения (примеры – управление лесами в рамках Киотского протокола, Конвенция о биологическом разнообразии и т. п.). Специализированным механизмом, направленным на сохранение функций наземных экосистем по регуляции углеродного цикла, является программа REDD+, охватывающая только тропические леса в развивающихся странах. Принятие в декабре 2015 г. Парижского соглашения, которое с 2020 г. придет на смену Киотскому протоколу, может стимулировать внутрироссийский интерес к сохранению и усилению углеродорегулирующих функций бореальных лесов. Однако перспективы целенаправленной деятельности в стране по регуляции углеродного цикла в наземных экосистемах пока не вполне ясны, и по этому вопросу имеется большое разнообразие мнений. Одна из возможных перспектив связана с развитием национального рынка углеродных экосистемных услуг.

ПРИМЕРЫ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В РОССИИ

В 1990-е гг. в рамках подготовительного этапа проекта Глобального экологического фонда (Global Environmental Facility) «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации» начались активные исследования по экономической оценке экосистемных услуг и биологического разнообразия. Были получены пионерные для России результаты в экономике сохранения биоразнообразия в трех направлениях: научные исследования, анализ конкретных ситуаций (case studies), образовательные модули и подготовка кадров. Уделялось внимание и проблемам воздействия экономической политики на состояние природной среды на макро- и секторальных уровнях. Результаты этих разработок вошли в практически первые в России книги по экономическим аспектам сохранения живой природы: «Экономика сохранения биоразнообразия» (1995) и «Анализ социально-экономических факторов, влияющих на состояние биологического разнообразия» (1995).

Экономические исследования были продолжены и в ходе реализации самого проекта ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации» (1997–2002). Его основные экономические задачи содержали:

- выявление экономической ценности биоразнообразия и его компонентов, включая ценность экосистемных услуг;
- обобщение опыта применения экономических механизмов сохранения биоразнообразия, имеющегося в отечественной и зарубежной практике;
- распространение лучших современных подходов в области экологической экономики в целях охраны и восстановления живой природы, неистощительного использования биологических ресурсов;
- создание и внедрение новых экономических механизмов устойчивого природопользования.

Начальная серия небольших проектов была посвящена обобщению мирового опыта, новым методикам экономической оценки живой природы и биоресурсов, внедрению современных подходов к оценке природного капитала, подготовке учебных программ для семинаров по экономике биоразнообразия и пр. Результаты этих работ обобщены в специальном издании «Экономическая оценка биоразнообразия» (1999).

На объявленный проектом ГЭФ конкурс о распространении позитивного опыта в сфере применения экономических оценок биоразнообразия для обоснования текущей деятельности по его сохранению и рациональному использованию биологических ресурсов откликнулось более 40 организаций из почти 20 регионов России. Проведенное обобщение позволило отобрать для распространения и демонстрации новые разработки, предложенные региональными организациями Калининграда, Волгограда, Красноярска, Москвы и др.

Большое внимание в рамках проекта ГЭФ уделялось необходимости определения реальной экономической ценности, стоимости экосистемных услуг и биоразнообразия, что важно для экономического анализа затрат и выгод различного рода программ и проектов, тенденций развития всей экономики. Рассматривались имеющиеся методы экономической оценки живой природы, ее объектов и экосистемных услуг. Для биоразнообразия в качестве наиболее перспективного подхода применялась теоретическая концепция общей экономической ценности (стоимости) (total economic value). В рамках этой концепции в суммарной оценке были учтены

как стоимость использования ресурсов живой природы, так и стоимость «неиспользования», консервации биоразнообразия. На основе такого подхода были проведены конкретные расчеты общей экономической ценности для экосистемных услуг и биоразнообразия многих регионов и ООПТ страны. Экономические результаты проекта ГЭФ были обобщены и опубликованы в специальном издании – «Экономика сохранения биоразнообразия» (2002). Этот справочник широко используется в стране. Его основные положения не потеряли актуальности и в наши дни.

После окончания проекта ГЭФ экономические исследования в области экосистемных услуг и биоразнообразия проводились в рамках проектов ПРООН, Wetland International, а также Всемирным фондом природы, НПО «Кадастр» (Ярославль) и др. Опубликованы соответствующие брошюры и книги. В частности, можно отметить проекты ПРООН по оценке лососевых на Камчатке (Бобылев и др., 2008) и по экономической оценке природных комплексов ООПТ и водно-болотных угодий и перспективным схемам платежей за экосистемные услуги в регионе Нижней Волги (Бобылев и др., 2012).

В настоящее время среди российских организаций экономической оценкой экосистем и их услуг занимается НПО «Кадастр» (Ярославль). Можно отметить его проекты на Куршской косе, Камчатке, ООПТ Ярославской области, в Томской области. Исключительно интересны исследования по экономической оценке внутривидового разнообразия на примере тихоокеанских лососей (Ширкова, Ширков, 2006; и др.), полезны обзоры современных методов экономической оценки экосистемных услуг в России (Медведева, 2010; и др.).

Специального упоминания заслуживает и деятельность Центра охраны дикой природы, с 2009 г. предпринимającego усилия по привлечению внимания в России и других странах СНГ к принципиально значимому международному процессу «The Economics of Ecosystems and Biodiversity – ТЕЕВ» (Экономика экосистем и биоразнообразия). Этой цели служили, в частности, совещание и конференция, организованные совместно с институтами РАН, – «Проект ТЕЕВ – экономика экосистем и биоразнообразия: перспективы участия России и других стран СНГ» (Москва, 24 февраля 2010 г.) и «Интеграция экосистемных услуг в экономику стран СНГ» (Москва, 28–29 марта 2011 г.). Материалы этих международных встреч, во многом отражающие современные подходы к исследованию и оценке экосистемных услуг и возможности их внедрения в практику, опубликованы в двух сборниках (Экономика экосистем..., 2010; Проблемы интеграции..., 2011).

Наряду с публикациями следует также отметить образовательную компоненту проектов по экосистемным услугам: семинары ГЭФ, а также интернет-ресурс Центра охраны дикой природы, содержащий небольшую электронную библиотеку по экосистемным функциям и услугам, материалы проекта ТЕЕВ и другую полезную информацию (www.biodiversity.ru/teeb-russia.html).

В целом в реализованных в России проектах для оценки экосистем и их функций (услуг) шире всего использовалась концепция общей экономической ценности, а также затратный подход (прежде всего для редких видов животных), рентный подход, альтернативная стоимость (для отдельных экосистем).

ЗНАЧЕНИЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ЗНАЧЕНИЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ ЭКОНОМИКИ И БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

Экосистемы России выполняют функции и услуги, имеющие ключевое значение для обеспечения экологической безопасности, устойчивого развития экономики, сохранения здоровья и повышения уровня жизни населения. Климаторегулирующие услуги российских экосистем имеют глобальное значение.

Продукционные услуги обеспечивают работу важных секторов экономики – лесного, рыбного, охотничьего хозяйств и традиционных форм сельскохозяйственной деятельности. Для многих районов страны – на Европейском Севере, в Сибири и на Дальнем Востоке – эти сектора составляют существенную долю региональных экономик. То есть такие регионы во многом зависят от состояния и функционирования природных экосистем. Экосистемные услуги, создающие условия для продукции природных пастбищ, рыбного и охотничьего промыслов, имеют ключевое значение для поддержания традиционного уклада жизни населения, в том числе малочисленных народов. Важнейшими экосистемными услугами являются *средообразующие*. Они обеспечивают поддержание стабильных условий среды, от которых зависят возможности экономического развития регионов, здоровье и качество жизни населения. Климато- и водорегулирующие услуги, а также услуги по формированию почв и защите их от эрозии создают основу для ведения сельского хозяйства. Услуги, снижающие вероятность и силу природных чрезвычайных ситуаций, минимизируют угрозы для жизни и здоровья людей и ущерб, который может быть нанесен экономике в целом. *Информационные услуги* предоставляют условия для развития биотехнологических и экологически безопасных производств в настоящем и будущем. Ценность информационных услуг сопоставима со стоимостью продукционных. Так, мировой оборот лекарственных и косметической продукции, полученных из природных генетических ресурсов, составляет не менее 100 млрд долл. в год (Lohan, Johnston, 2003), что соответствует масштабам рынков древесины или морепродуктов, а, по данным проекта TEEB (2010b), мировой рынок генетических ресурсов превышает таковой для морепродуктов или древесины. *Рекреационные услуги* обеспечивают возможности для полноценного отдыха людей. Ежегодный мировой оборот природного туризма измеряется десятками миллиардов долларов.

Как показывают зарубежные и отечественные исследования по оценке экосистемных услуг (их обзоры см.: Павлов, Букварева, 2010; Павлов и др., 2009), значение и важность для человека средообразующих услуг принципиально недооценены. Даже та их часть, стоимость которой может быть просчитана имеющимися сегодня методами, намного превышает ценность биологической продукции, которую человек изымает из природы. Например, стоимость прямого использования биоресурсов водно-болотных угодий Дубненского болотного массива («Журавлиная родина») в Московской области, включающего охоту, рыболовство, сбор даров леса (грибов, ягод, орехов), а также эстетическое и научное использование редких видов, составляет 3,2–5,0 млн долл. в год, в то время как косвенная стоимость, учитывающая лишь часть средообразующих экосистемных услуг (депонирование углерода, водоочистные функции болот и оздоровительный эффект от рекреации), была оценена в 7,0–9,4 млн долл. в год, т. е. почти в 2 раза дороже (Бобылев и др., 20016).

Масштабы ценности средообразующих функций для человека отчасти иллюстрируют известные примеры ущерба от снижения их объема и качества. Так, в Китае в начале 1990-х гг. ежегодный ущерб от сведения лесов составлял 12 % ВВП, при этом его основная часть (92 %) была результатом деградации средообразующих функций леса и только 8 % ущерба определялось снижением лесозаготовок (Yu-shi et al., 1997). На территории России примером могут быть лесные и торфяные пожары в 2010 г., которые во многом стали следствием утраты водорегулирующих услуг торфяных экосистем в европейской части страны. Суммарные потери от гибели урожая, лесов, имущества граждан и организаций и т. д. составили около 1 % ВВП России, а с учетом дополнительной смертности населения – около 2 % ВВП (Бобылев и др., 2012) – и это ущерб от деградации лишь одного вида экосистемных услуг на части территории страны за один год. Таким образом, утрата только части средообразующих услуг приносит ущерб в размере нескольких процентов ВВП, т. е. может полностью приостановить экономический рост страны. Очевидно, что полная их ценность во много раз больше. Формируя благоприятные условия среды, средообразующие услуги фактически являются природной основой социально-экономической стабильности страны.

ГЛОБАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ РОССИЙСКИХ ЭКОСИСТЕМ

Россия обладает крупнейшими в мире массивами природных экосистем (рис. 91), имеющими ключевое значение для сохранения глобального биоразнообразия и поддержания биосферной регуляции.

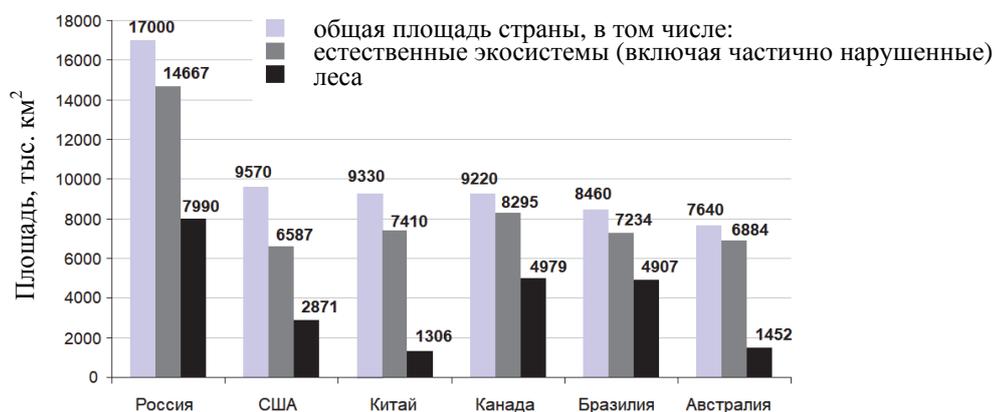


Рис. 91. Общая площадь и доля природных экосистем суши в крупнейших странах мира (по данным: Экономика сохранения биоразнообразия..., 2002)

На территории страны сохраняются уникальные комплексы ненарушенных природных систем Северной Евразии, в том числе практически все разнообразие бореальных и арктических видов и экологических сообществ.

На территории России расположен крупнейший центр стабилизации биосферных процессов. Прежде всего это касается климаторегулирующих экосистемных функций и услуг.

Запас углерода в растительности и почвах всех природных зон России составляет 336 Гт (40 – в растительности и 296 Гт – в почвах), что составляет 16 % мировых запасов в тех же пулах (при том что Россия занимает 11,7 % суши Земли). Большая часть запасов находится в почвах, составляя 19,7 % от мировых, в то время как запасы углерода в растительности достигают 7,2 % от мировых (Заварзин, Кудеяров, 2006).

Россия занимает первое место в мире по площади лесов, а по запасу углерода в лесной фитомассе уступает только Бразилии (в тропических лесах на 1 га приходится намного больше биомассы, чем в бореальных). Однако запасы углерода в почвах российских лесов намного больше, чем в тропиках. Поэтому суммарные запасы углерода в лесах России являются круп-

нейшими в мире. В почвах и фитомассе лесного фонда¹ заключено около 290 ГтС (253–257 и 33–36 ГтС соответственно), в почвах сельскохозяйственных земель – 45 ГтС (Замолотчиков и др., 2005; Sohngen et al., 2005).

Запас углерода в болотах России, по разным оценкам, составляет от 109 до 210 Гт (Вомперский и др., 1999; Parish et al., 2008; NEESPI, 2004), т. е. от 20 до 50 % его мировых запасов в торфе. Примерно половина из них (около 70 Гт) сосредоточена в Западной Сибири (Smith et al., 2004).

И наконец, крупнейший в мире резервуар углерода в наземных экосистемах находится в вечной мерзлоте России, которая занимает около 11 млн км², т. е. 65 % территории страны. По разным оценкам, в России находится от 1/2 до 2/3 мировой площади мерзлоты² (NEESPI, 2004).

Таким образом, экосистемы России выполняют роль крупнейших долговременных хранилищ углерода.

Аккумуляция углерода. Природные экосистемы России являются нетто-стоком углерода, ежегодно поглощая, по разным оценкам, от 199 до 761 МтС (Dolman et al., 2012), а российские леса – от 136 до 250 МтС в год в зависимости от рассматриваемого временного периода, состава оцениваемых категорий лесов и выбора источников данных (Замолотчиков и др., 2011, 2013а, 2013б).

Преимущественно северное положение российских экосистем определяет чрезвычайное значение их функции аккумуляции углерода, так как именно в холодном и влажном климате создаются условия для захоронения углерода. Температурный оптимум для распада биомассы выше, чем для ее продукции, поэтому в холодных условиях последняя может превышать деструкцию и избыток биомассы будет захораниваться в долговременных резервуарах. Еще один существенный фактор, способствующий подавлению деструкции и захоронению углерода, – избыточное почвенно-грунтовое увлажнение, характерное для северных условий. Как было сказано выше, основные запасы углерода в наземных экосистемах сосредоточены в почвах, причем это в наибольшей мере относится к северным экосистемам. Запасы углерода в почвенном покрове Земли превышают его запасы в растительности в 3–5 раз, а в России – в 7,5 раза. Запас в почвах России – пятая часть мировых запасов углерода в почвах, хотя ее площадь не достигает и восьмой части территории суши (Заварзин, Кудеяров, 2006).

Таким образом, можно считать, что российские экосистемы являются не только наиболее емким резервуаром углерода, но и наиболее мощным его стоком в долговременные хранилища наземных экосистем.

Глобальное значение *биогеофизических климаторегулирующих* функций российских экосистем определяется большой площадью страны. Изменение этой группы экосистемных функций на значительных площадях влияет не только на региональный, но и на глобальный климат.

Изменения альbedo поверхности наиболее велики в регионах с существенной длительностью снежного периода, в том числе и в России. В таких условиях формируется положительная обратная связь между увеличением площади древесной и кустарниковой растительности, которая существенно уменьшает альbedo, и увеличением региональных температур, особенно весной. Влияние этой взаимосвязи на климат еще больше усиливается, если регион примыкает к океану. В этом случае возникает еще одна положительная связь – между повышением региональных температур на суше и сокращением площади льда на прилегающих акваториях, которое, в свою очередь, уменьшает альbedo океана. Именно такие условия характерны для российской Арктики, что делает влияние этого региона на климат чрезвычайно сильным.

Функции экосистем России по регуляции водного цикла также имеют не только континентальное, но и глобальное значение благодаря гигантским масштабам стока рек в Северный Ледовитый океан, что во многом определяет его состояние и тем самым влияет на глобальные климатические процессы.

¹ Включая леса, нелесные земли и болота.

² Нужно отметить, что многолетняя мерзлота – не только потенциальный источник огромных количеств CO₂ и CH₄, но и важнейший фактор риска техногенных катастроф.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ И МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И УЧЕТА ИХ ЦЕННОСТИ ПРИ ПРИНЯТИИ РЕШЕНИЙ

Оценки экосистемных услуг России, сделанные в Прототипе национального доклада, несмотря на их предварительный характер, показывают, что масштаб их действия соизмерим с потребностями людей и ряд важнейших жизнеобеспечивающих услуг уже используются человеком полностью или даже чрезмерно.

СОВРЕМЕННАЯ ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫМИ УСЛУГАМИ В РОССИИ

Во времена Советского Союза экологические проблемы решались централизованно, в связи с чем устанавливались преимущественно единые структуры, нормативы и стандарты для всего государства. В настоящее время в стране доминируют ситуационные краткосрочные задачи и локальные факторы в силу разобщения организационных, финансовых и контрольных функций, а также в связи с изменением государственных приоритетов. Органы госуправления не решают задачу разработки полноценных критериев качества среды, а хозяйствующие субъекты не оплачивают меры по эффективной охране и восстановлению нарушенных экосистем. Многие ранее функционировавшие в области охраны окружающей среды лаборатории прекратили свою деятельность. Круг компетентных специалистов резко сократился. После возвращения государства к реальной природосберегающей и природоохранной политике и практике, что в будущем неизбежно в силу объективных задач устойчивого развития, многие элементы управления необходимо будет воссоздавать заново.

Понятие «экосистемных услуг» в настоящее время отсутствует в поле государственного управления и экологической политики. Несмотря на принципиальное значение российских экосистемных услуг как для страны, так и для всего мира, в России на государственном уровне до сих пор не поставлена задача оценки и поддержания важнейших из них.

До сих пор в стране был налажен учет и регулирование лишь основных *производственных* услуг, которые заключаются в воспроизведении древесины, промысловых рыб, морепродуктов, охотничье-промысловых животных. Однако в постсоветское время эти механизмы существенно ослабли, а доля ННН-промысла всех видов ресурсов существенно выросла. Кроме того, до сих пор эти услуги рассматриваются только как результат функционирования промысловых популяций, а не экосистем в целом.

Экосистемная услуга по продукции древесины сегодня используется в России не в полной мере. Более чем трехкратное снижение объемов лесозаготовок произошло в середине 1990-х годов, после чего наблюдался их небольшой рост. В 2012 г. Россия заняла первое место (16 %) в мировых поставках круглого леса и второе (17 %) – пиломатериалов (Торговля лесной продукцией, 2012). Однако к настоящему времени расчетная лесосека используется лишь примерно на 35 %. Данная ситуация в значительной степени связана с действием рыночных механизмов: освоение удаленных лесов, строительство лесовозных дорог и прочей инфраструктуры требуют значительных затрат. Древесина получается слишком дорогой, чтобы быть успешно реализованной на внутреннем или внешнем рынках. В то же время леса в районах с развитой инфра-

структурой либо не достигли нужных сортиментных кондиций после предыдущей рубки, либо запрещены к эксплуатации по охранным или защитным показаниям. Поэтому крупные деревообрабатывающие или целлюлозно-бумажные комбинаты сталкиваются с дефицитом древесного сырья местного происхождения. В результате непродуманного реформирования лесной отрасли после вступления в силу нового Лесного кодекса лесоохранные нормативы и госуправление лесами остаются в ослабленном состоянии. Существенные масштабы нелегальных и неучтенных лесозаготовок не позволяют точно оценить объемы использования данной экосистемной услуги в ряде регионов.

Что касается охотничьего хозяйства, то в российском обществе и отраслевых органах государственного управления в настоящее время господствуют примитивные взгляды относительно использования охотничьих ресурсов. Большинство населения и чиновников смотрит на охотничье хозяйство как на малопродуктивную, морально устаревшую и едва ли не отмирающую форму деятельности.

В конце XX – начале XXI в. вследствие непродуманных бюрократических и экономических реформ некогда мощная и перспективная отрасль – охотничье хозяйство – практически утратила самостоятельность. Система управления ею оказалась разрушенной. Полностью потеряна скоординированная заготовительная сеть, создававшая условия для освоения огромных промысловых ресурсов тайги и тундры, способствовавшая созданию большого числа рабочих мест для охотников и членов их семей и улучшавшая социально-экономические условия для населения промысловых районов, в том числе для малых народностей Севера. Тысячи штатных охотников-промысловиков, егерей и охотоведов лишились работы. Охрана животного мира повсеместно ослабла, резко возросло браконьерство, в несколько раз увеличилась численность волка. Охотничьи ресурсы на значительной части страны оскудели, многие особо ценные виды были близки к истреблению.

Охотничье хозяйство России сегодня находится в глубоком кризисе: законодательная база ущербна и не соответствует реалиям; управление отраслью неэффективно; значительная часть высококвалифицированных кадров утрачена и замещена непрофессионалами; финансирование осуществляется по остаточному принципу; практически отсутствует социальная справедливость в доступе охотников к государственным охотничьим ресурсам, что вызывает резко негативную реакцию и приводит к усилению протестного браконьерства. На большей части страны отсутствует адекватная охрана зверей и птиц. Уровень браконьерства превышает объем легальной добычи охотничьих животных. Департамент государственной политики и регулирования в сфере охотничьего хозяйства Минприроды России оценивает эти ежегодные потери в 18 млрд руб. Ресурсы важнейших промысловых видов находятся в депрессивном состоянии: численность диких копытных животных ниже потенциального экологического уровня в 6–7, боровой и водоплавающей дичи – в 4–5, зайцев – в 7–10 раз. Численность волка, лисицы, енотовидной собаки и бурого медведя, напротив, избыточна. Разработанные наукой фундаментальные основы управления популяциями не внедряются, что на практике приводит к нерациональному использованию ресурсов.

Охотничье хозяйство в нынешнем состоянии экстенсивное, инерционное в развитии, затратное и малопродуктивное. Существующие проблемы носят системный характер. Завершенной концепции развития отрасли нет. Принятая в 2014 г. Стратегия развития охотничьего хозяйства Российской Федерации до 2030 года, в основу которой заложено «совершенствование» действующей неэффективной организационной структуры, явно ошибочна и не приведет к существенному увеличению продукционных экосистемных услуг. Социальные проблемы, волнующие миллионы российских охотников (неравенство и несправедливость в доступе к государственным охотничьим ресурсам), не нашли в Стратегии ни отражения, ни решения.

Охотничье хозяйство Российской Федерации, по мнению многих специалистов, может успешно развиваться лишь на единой комплексной организационно-правовой основе и только в том случае, если в угольях появится полноправный «хозяин» (не чиновник), способный самостоятельно охранять, приумножать и рационально использовать ресурсы охотничьих животных.

Сохранение биоразнообразия, многократное увеличение биологических ресурсов, в том числе путем искусственного диче- и рыборазведения, их оптимизация и неистощительное использование в рамках комплексного природопользования, а также доступность охоты и рыбалки для граждан должны стать одной из главных экономических, социальных и природоохранных целей государства в ближайшие десятилетия. Однако достичь этого без кардинальной реформы в сфере биологического ресурсопользования невозможно. Как и в экономике, чем дольше мы будем откладывать этот шаг, тем больше будем отставать от мирового уровня.

Многие из перечисленных выше проблем характерны и для организации рыболовства в реках и озерах России, несмотря на то что ряд стратегических установок государства являются правильными. Однако нет независимой экспертизы и общего государственного подхода при решении «конфликта интересов» при комплексной эксплуатации водоемов (гидроэнергетика или прибрежные сооружения и рыбопродуктивность; питьевая вода или рыболовство и рекреация; водоемное производство и транспорт или состояние популяций гидробионтов и экосистем), а также налаженной системы рыбнадзора на местах. Имеющиеся правовые и нормативные механизмы требуют корректировки и развития, однако главной проблемой остается слабый контроль их применения и выполнения существующего законодательства. Основные задачи на пути перехода к эффективному и устойчивому управлению экосистемами пресных водоемов России состоят в разработке дифференцированных правовых норм для разных регионов и типов водных объектов (например, при организации рыболовства анадромных видов, в частности, при эксплуатации «лососевых рек» правила и подходы должны быть иными, чем при промысле озерных видов рыб); в экспертизе, контроле и выработке приоритетов при комплексном использовании водоемов (преодоление «конфликта интересов»).

Заготовка недревесных и пищевых ресурсов леса регулируется Лесным кодексом Российской Федерации, «Правилами заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов» и «Правилами заготовки пищевых лесных ресурсов и сбора лекарственных растений» (утвержденными приказами Минприроды России в 2007 г.), постановлениями Правительства Российской Федерации и приказами Федерального агентства лесного хозяйства. Однако система мониторинга состояния и использования этих ресурсов отсутствует.

Что касается *средообразующих* экосистемных услуг, то они практически не учитываются и не регулируются государством, за исключением водозащитных и почвозащитных функций леса. В Лесном кодексе РФ в настоящее время выделяются три группы лесов по категориям защитности, в которых могут быть выделены особо защитные участки с ограниченным режимом лесопользования (берего- и почвозащитные участки леса вдоль берегов водных объектов, склонов оврагов и балок, опушек лесов на границах с безлесными территориями, места обитания и распространения редких и находящихся под угрозой исчезновения диких животных, растений и другие). На особо защитных участках лесов может быть запрещено применение рубок главного пользования, решения об этом принимают территориальные органы Рослесхоза. Помимо этого, экосистемные свойства частично учитывают в рамках модельных проектов устойчивого лесопользования в ряде лесопромышленных районов.

Ратификация Россией Киотского протокола привела к появлению возможностей для масштабной реализации проектов по поглощению углерода посредством лесопользования в рамках механизма совместного осуществления (ПСО). Однако этим проектам не суждено было сбыться, в первую очередь, по причине малого интереса к ним зарубежных инвесторов. Тем не менее два лесных проекта («Предотвращение эмиссий в лесах бассейна р. Бикин» и «Облесение алтайских поселков») были зарегистрированы как ПСО. Киотский протокол предоставляет теоретическую возможность монетизации данной экосистемной услуги, но с дополнительным ограничением (лимитом), который для Российской Федерации равен 33 Мт в год. Но и эту низкую квоту не удалось реализовать на международном углеродном рынке. Отказ России от участия во втором периоде Киотского протокола создал очевидную преграду на пути дальнейшего развития аналогичной проектной деятельности. В настоящее время наша страна не участвует в международных углеродных рынках и не имеет национального углеродного рынка. Однако, в соответствии с Рамочной конвенцией ООН об изменении климата, Россия представляет доклад по ин-

вентаризации парниковых газов, в котором оценивается баланс углерода и его содержание в живой фитомассе, мертвой древесине, подстилке и 30-сантиметровом слое почвы в управляемых лесах по регионам страны (Национальный доклад РФ о кадастре..., 2013б).

Другие средообразующие услуги в системе государственного управления не учитываются. В частности, несмотря на существенную роль ООПТ в поддержании средообразующих услуг, последние не принимают во внимание ни в процессе планирования сети охраняемых природных территорий, ни в управлении уже существующими ООПТ.

Представление об *информационных* экосистемных услугах также отсутствует в сфере государственного и правового регулирования. Примером негативного влияния этого пробела на формирование государственной политики в сфере сохранения живой природы служат современные тенденции развития заповедников России. Сохранение и изучение информации, которая хранится в природных экосистемах, традиционно были приоритетными задачами российской заповедной системы. В настоящее время непонимание государственными чиновниками ценности информации, заключенной в ненарушенных природных комплексах, которые во многих случаях сохраняются только на территории заповедников (их площадь составляет менее 2 % территории страны), привело к формированию установки на развития туризма в заповедниках. Туризм неизбежно ведет к различным нарушениям в природных системах и тем самым – к утрате информации об их структуре и функциях. Заповедные природные комплексы необходимо оградить от любых нарушающих их антропогенных воздействий. Природный туризм в разных его формах с успехом может осуществляться на ООПТ других категорий, прежде всего в национальных и природных парках.

В отношении *рекреационных* экосистемных услуг стратегические государственные установки также отсутствуют. Существующие федеральные законы о туризме и о свободных экономических зонах туристско-рекреационного типа и закон о лечебных ресурсах, местностях и курортах в основном посвящены туристическому бизнесу.

Декларируемые цели развития страны на ближайшие 10–20 лет, отраженные в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (2008) и в ее обновленном варианте – «Стратегии 2020» (2012), Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (2012), государственной программе «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 гг. и др., во многом корреспондируют с задачами сохранения экосистем, с переходом к зеленой экономике. В некоторых из этих документов имеются целевые индикаторы и заявлены объемы финансирования, имеющие то или иное отношение к природным системам.

Однако реализация природоохранных приоритетов в России в настоящее время затруднена многими социально-экономическими и политическими факторами. Среди основных причин нужно отметить вторичность экологических проблем в целом для лиц, принимающих решения; ведомственную разобщенность; абсолютную недостаточность финансирования сохранения экосистем и др. В числе препятствий для развития *системы экономической оценки* экосистемных услуг можно выделить как объективные, так и субъективные. К объективным причинам относится слабая чувствительность рыночной экономики к экологическим проблемам, что проявляется как в теории, так и на практике. Здесь можно отметить «скрытость» многих из них для «традиционного» рынка. Современная экономика не может точно определить стоимостные критерии для экосистемных функций, предоставляемые ими выгоды и ущербы, «оцифровать» и экономически представить экологические требования и вызовы для власти, бизнеса и общества. К числу нерешенных эколого-экономических проблем можно отнести по крайней мере следующие: отсутствие цен на подавляющее большинство экосистемных услуг; недооценка экологических ущербов; диффузия (распыление) выгод; неадекватный учет долговременных последствий экологических нарушений (близорукость рынка); отсутствие понимания связи между живой природой и общественными благами.

Состояние системы *экологического мониторинга* в Российской Федерации можно оценить как неудовлетворительное. Наибольшее внимание государственные органы уделяют показате-

лям загрязнения среды, однако научно-методическое обеспечение мониторинга водной среды, существовавшее до 2000 г., в настоящее время разрушено. Системы учета биоресурсов многие годы реформируются и не предоставляют полноценных данных об их состоянии. Остро стоит вопрос о низкой достоверности этих данных, в частности из-за утраты квалифицированных кадров, неадекватного уровня финансирования, неучтенных объемов добычи биоресурсов (ННН-промысла), которые достигают масштабов легальных промыслов, и по другим причинам.

Вместе с тем, происходит коммерциализация управления информацией о состоянии среды и природных объектов. Для оценки экосистемных услуг необходим доступ к различным базам данных, но сейчас содержащаяся в них информация часто дорого оценивается даже при ее условной полезности. Более того, не всегда ясно, какие конкретно базы на сегодняшний день располагают теми или иными данными и кому они принадлежат.

Государственная система учета лесов в Российской Федерации сфокусирована на учете запасов древесины в лесах, подразделяемых по категориям назначения (защитные, эксплуатационные, резервные и др.), по преобладающим породам, группам возраста и т. д. Вся территория лесов России была охвачена государственным учетом лесного фонда к началу 1960-х годов. С этого времени государственные учеты проводили раз в 5 лет, причем по их итогам выпускали общедоступные справочники. Традиция продержалась до 2003 г., когда был издан последний справочник (Лесной фонд России, 2003). Первая компьютерная база учета лесного фонда была сформирована в 1988 г., с 1998 г. уполномоченные организации (ныне это Рослесинфорг) перешли к ежегодной актуализации баз данных учета лесного фонда. В 2006 г. в связи с изменением лесного законодательства вместо учета лесного фонда был введен государственный лесной реестр при сохранении ключевых принципов его формирования. Предоставление сведений из лесного реестра является платной услугой, что делает его малодоступным источником информации.

ПРИНЦИПЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

В настоящее время в России задача управления ресурсами живой природы в подавляющем большинстве случаев ставится как максимизация стабильно изымаемой продукции (древесины, морепродуктов, охотпродукции) или прибыли (рекреационные услуги). Однако сегодня необходим переход к новой концепции природопользования, в которой приоритетное значение должны иметь средообразующие экосистемные услуги и поддерживающее их биологическое разнообразие.

Эффективность экосистемных услуг неразрывно связана с показателями биологического разнообразия, поэтому необходимо учитывать его возможные изменения при использовании тех или иных экосистемных услуг. Пользование разными услугами требует различных целей управления в отношении экосистем и популяций (табл. 19). В докладе «Оценка экосистем на по-

Таблица 19. Цели управления при использовании разных экосистемных услуг и сопутствующие им изменения биоразнообразия

<i>Экосистемные услуги</i>	<i>Цели управления</i>	<i>Изменения биоразнообразия</i>	<i>Изменения суммарной биомассы сообществ</i>
Продукционные	Максимум устойчиво изымаемой биомассы	Снижение разнообразия	Снижение биомассы эксплуатируемых популяций и включающих их сообществ
Средообразующие	Эффективное и устойчивое экосистемное функционирование	Сохранение естественного уровня биоразнообразия	Сохранение естественного уровня биомассы
Информационные	Сохранение и получение информации из природных систем		

роге тысячелетия» (2005) отмечается, что целенаправленное улучшение одной экосистемной услуги часто приводит к ухудшению другой. Анализ взаимного влияния эффектов от использования одних услуг на качество и стабильность других является одним из ключевых этапов в разработке планов природопользования. В табл. 19 показаны цели управления при использовании продукционных, средообразующих и информационных экосистемных услуг и изменения биоразнообразия, которые соответствуют этим целям.

При эксплуатации природных биологических систем возникает противоречие между целями получения максимального устойчивого урожая и поддержания средообразующих функций. Стратегии управления биосистемами для достижения этих целей различны.

При использовании средообразующих и информационных функций цели управления совпадают с поддержанием естественных уровней биоразнообразия и биомассы. Средообразующие функции наиболее эффективно и устойчиво осуществляются ненарушенными климаксными природными сообществами. Любые их нарушения ведут к ослаблению природной регуляции среды. Информационные функции в большинстве случаев (за исключением эстетического компонента культурных ландшафтов, важного прежде всего для рекреационных услуг) также максимальны в ненарушенных природных экосистемах.

При использовании продукционной функции цель управления противоречит поддержанию естественных уровней разнообразия, так как сопряжена с нарушениями природных экосистем и ориентирована на максимизацию устойчиво изымаемого урожая. Высокая продуктивность сообществ возможна часто при упрощении их структуры и снижении разнообразия. Для цели изъятия максимального урожая оптимальны ранние и средние стадии сукцессии или их искусственные аналоги.

Промысловая эксплуатация природных систем целесообразна лишь в том случае, если ценность их средообразующих услуг сопоставима с ценностью получаемой биопродукции, однако чаще всего ценность средообразующих функций многократно превышает все выгоды, которые можно получить, добывая биологическую продукцию из природных экосистем. В этих случаях реализация стратегии «максимального устойчивого урожая» существенно уменьшает суммарную «пользу» от биоразнообразия. Объемы и формы эксплуатации природных систем с целью получения биопродукции должны жестко ограничиваться требованием сохранения структуры и средообразующих функций экосистем, видов и популяций. Необходимо развивать такие методы получения продукции из природных экосистем, которые минимально нарушают их структуру и разнообразие.

При определении целей управления живой природой задача изъятия биологической продукции из природных экосистем должна быть подчинена приоритету поддержания средообразующих функций. Объемы и формы ресурсной эксплуатации должны ограничиваться требованием сохранения разнообразия и средообразующей функции экологических систем, видов и популяций.

Еще один пример конфликта целей управления природными экосистемами – одновременное использование рекреационных и информационных услуг на особо охраняемых природных территориях. Многие ООПТ, и в первую очередь заповедники, нацелены на сохранение не измененной человеком природы. Заповедные природные комплексы – это хранилища огромных массивов информации о структуре и функционировании живой природы (биоразнообразия), которую еще только предстоит понять и использовать будущим поколениям. Важность этой информации сегодня невозможно оценить в полной мере. Другая функция ООПТ ряда категорий – развитие познавательного природного туризма. Однако рекреационное использование заповедных территорий неизбежно нарушает функционирование природных систем, т. е. входит в противоречие с первой задачей. При возникновении подобных конфликтов целей управления на особо охраняемых природных территориях приоритет следует отдавать задаче сохранения ненарушенных природных экосистем, т. е. использованию экосистемной услуги хранения информации. Различные формы рекреации на ООПТ допустимы лишь на тех участках территории и в таком объеме, которые не нарушают заповедные природные комплексы.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ОЦЕНКИ, МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫМИ УСЛУГАМИ

Требования к системе оценки, мониторинга и управления экосистемными услугами должны учитывать состояние природных экосистем и биологического разнообразия. Их планируется сформулировать во 2-м томе Прототипа национального доклада, который будет посвящен значению биологического разнообразия наземных экосистем России для поддержания экосистемных услуг и принципам управления природными системами.

В настоящей публикации предлагаются лишь следующие общие предварительные требования:

– Учет состояния и возможных изменений биоразнообразия на разных иерархических уровнях как основы выполнения экосистемных функций и услуг, поскольку биологическое разнообразие является важнейшим фактором, определяющим их эффективность и стабильность. Определение ценности биологического разнообразия с учетом его функций и иерархических уровней (включая внутривидовое, внутривидовое и видовое разнообразие) и их значения для устойчивости природных систем и выполнения экосистемных услуг.

– Учет полной ценности экосистемных услуг, включая все основные их группы и прежде всего средообразующие. Приоритет средообразующих услуг при возникновении конфликта целей управления разными группами экосистемных услуг.

– Оценка экосистемных услуг по двум группам показателей: объему выполняемых экосистемами функций и объему потребляемых людьми экосистемных услуг.

– Учет пространственных масштабов действия экосистемных функций и услуг.

– Сопоставление территориального распределения экосистемных услуг и показателей социально-экономического развития регионов при выборе механизмов оценки и управления природными экосистемами.

– Методы оценки экосистемных услуг должны использовать опыт, накопленный к сегодняшнему дню в зарубежных странах, и следовать принципу использования «наилучших существующих методик и технологий».

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Экосистемные услуги наземных природных комплексов имеют критически важное значение для благополучия населения и экономики субъектов Российской Федерации. Предоставляемый экосистемами объем принципиальных жизнеобеспечивающих услуг сопоставим с основными потребностями страны, ее регионов и граждан в масштабах регуляции среды, продукции биоресурсов, формировании условий для отдыха людей.

- Ряд важнейших жизнеобеспечивающих услуг используется полностью или они уже недостаточны для удовлетворения потребностей людей и экономики, например: регуляция объема стока воды и обеспечение ее качества наземными экосистемами, очищение воды в водоемах, поглощение загрязнений из воздуха пригородными лесами.

- Неравномерное распределение предоставленного, необходимого и используемого объемов экосистемных услуг позволяет рассматривать одни регионы в качестве их доноров, а другие – потребителей. Эти соотношения необходимо учитывать при межрегиональном планировании и формировании национального рынка экосистемных услуг.

- В настоящее время в поле государственного регулирования понятие «экосистемные услуги» отсутствует. Они не оцениваются в должной мере и не учитываются при принятии решений.

Группа *продукционных услуг* (основные биоресурсы) частично является объектом государственного регулирования, однако в постсоветское время оно значительно ослаблено и доля нелегального, неучтенного и нерегулируемого промыслов (ННН-промысла) всех видов ресурсов существенно выросла.

Средообразующие экосистемные услуги практически не учитываются и не регулируются государством, за исключением отдельных водозащитных, почвозащитных и «углеродных» функций леса. Отсутствие системы учета ценности средообразующих услуг при принятии управленческих решений ведет к ущербам, которые могут многократно превышать прибыль от реализации хозяйственных проектов.

Представление об *информационных* экосистемных услугах полностью отсутствует в сфере государственного и правового регулирования.

Рекреационные услуги понимаются крайне ограниченно – лишь как возможность получения прибыли от туризма на природе. Это негативно повлияло, в частности, на систему особо охраняемых природных территорий – замещение задачи сохранения и изучения природной информации, традиционно приоритетной для заповедников, задачей развития туризма неизбежно ведет к нарушениям природных комплексов и утрате информации об их структуре и функциях.

- Система мониторинга экосистемных услуг в России отсутствует, мониторинг природных экосистем (за исключением лесов) и компонентов биологического разнообразия – их материальной и функциональной основы, крайне неполон и не соответствует современному уровню технологий. Системы учета биоресурсов находятся в состоянии реформирования и не предоставляют полноценных данных об их состоянии. Степень достоверности официальных данных низка, особенно о масштабах ННН-промыслов, природных пожаров, загрязнений окружающей среды и др. Многие данные о состоянии и динамике природных объектов и процессов отсутствуют в открытом доступе.

- Необходимо незамедлительно начать формирование национальной системы мониторинга и оценки экосистемных услуг, а также учета их ценности при принятии решений, влияющих на природные комплексы. Ее отсутствие угрожает экологической безопасности и устойчивому развитию России, актуализации экологических преимуществ страны на международной арене.

ГЛОССАРИЙ

Основные международные термины в области экосистемных услуг

Абсорбционная, поглощающая способность, емкость окружающей среды (absorptive, assimilating capacity). Способность природной среды ассимилировать (усваивать) отходы хозяйственной деятельности. Когда нагрузка на окружающую среду, вызываемая отходами или выбросами, превышает ее абсорбционную способность, или когда при экологической ассимиляции снижается качество или количество «товаров» и «услуг», предоставляемых природной средой, тогда ей наносится серьезный ущерб.

Адаптация (adaptation). Приспособление природных и человеческих систем к новым или меняющимся условиям. Существуют различные виды адаптации, такие, как предупредительная и реактивная (ответная), частная и государственная, автономная и планируемая.

Адаптивная способность (adaptive capacity). Способность институтов, систем и отдельных лиц приспособиться к потенциальным угрозам, воспользоваться новыми благоприятными возможностями или усвоить последствия изменений.

Адаптивное управление (adaptive management). Процесс постоянного совершенствования экологической политики и практики управления путем извлечения уроков из предыдущей деятельности.

Альтруистическая выгода (vicarious benefit). Разновидность отложенных ценностей, выгода (эффект) от удовлетворения тем, что другие извлекают пользу от экологического ресурса.

Альтруистическая ценность (altruistic value). Значимость, которую индивиды придают ресурсу для его использования другими в нынешнем поколении, отражающая бескорыстную озабоченность благосостоянием других (озабоченность обеспечением межпоколенного равенства).

Анализ «затраты-выгоды» (cost-benefit analysis). Метод определения осуществимости проекта или плана путем количественной оценки ожидаемых издержек и выгод.

Антропогенное воздействие (anthropogenic/human impacts). Воздействие деятельности человека на окружающую среду.

Биологические ресурсы (biological resources). Включают генетические ресурсы, организмы или их части,

популяции или любые другие биотические компоненты экосистем, имеющие фактическую или потенциальную полезность или ценность для человечества.

Биопиратство (biopiracy). Нескомпенсированное коммерческое использование биологических ресурсов или связанных с ними традиционных знаний (в том числе из развивающихся стран), а также патентование корпорациями заявленных изобретений, основанных на таких ресурсах или знаниях.

Биоразведка (bioprospecting). Практика сбора и отбора растительного и другого биологического материала в коммерческих целях, таких, как разработка новых лекарств, косметической продукции, получение семян. Цель компаний, которые спонсируют экспедиции для биоразведки, в частности, от фармацевтической или пищевой промышленности, найти информацию о свойствах биологических ресурсов, которую они собирают для получения новой продукции, например, новых препаратов. Некоторые из этих экспедиций также стремятся приобрести полезную информацию о таких ресурсах от местных жителей, в том числе целителей (в случае лекарственных препаратов).

Биофизическая оценка ценности (biophysical valuation). Метод определения ценности на основе измерения физических затрат (показателей), например, затрат труда, требуемой поверхности (территории), энергии или материальных затрат для производства данного товара или услуги.

Верификация (verification). Подтверждение того, что действия, предпринятые на ландшафте, обеспечивают желаемые экологические выгоды, необходимые для создания кредитов.

Внутренне присущая, неотъемлемая ценность (intrinsic value). Значимость кого-то или чего-то в себе и для себя, независимо от его полезности для кого-то другого. Неотъемлемая ценность объекта или функции, не связанная с людьми или реализуемая ими посредством их предпочтений в виде ценностей непользования (неиспользования); ценность экологического объекта или экологической функции, независимо от того, является ли он/она или нет средством для удовлетворения потребностей и предпочтений индивидов. Например, многие моральные доводы в пользу сохранения биоразнообразия основаны

на том, что биологические организмы должны быть «спасены» от исчезновения, потому что все живые существа имеют фундаментальную внутренне присущую им ценность. При таком подходе возникают некоторые проблемы: внутренне присущая ценность не может существовать без сознательно оценивающего индивида. Кроме того, попытки учета и применения внутренне присущей ценности ограничиваются универсальными ценностями природы вообще. Внутренне присущие ценности можно подразделить на ценности существования и отложенного пользования. Выгоды, получаемые индивидами только оттого, что они знают о сохранении экосистем ради самих экосистем, обычно учитывают в ценности существования.

Выгоды (benefits). Положительные изменения в благосостоянии при удовлетворении потребностей и нужды в чем-либо.

Выраженное (заявленное) предпочтение (stated preference). Потребительские предпочтения, определяемые через вопросы анкет и касающиеся готовности платить за экосистемные услуги или готовность принять деньги за их получение.

Гедонистическое ценообразование (hedonic pricing). Установление цены с учетом комфортности (окружающей среды). Метод экономической оценки на основе информации о неявном спросе на экологические характеристики рыночных товаров. Разновидность оценки выявленного предпочтения, которое аналогично производственной функции домашних хозяйств и для которого используют рыночно ориентированные цены для того, чтобы установить стоимость неочисляемых товаров и услуг. Например, цены при продаже сходных домов с красивым пейзажем у одного и отсутствием одного у другого можно сравнить между собой для определения ценности (цены, стоимости) пейзажа; сравнение зарплаты рабочих, которые подвергаются или не подвергаются производственному риску, может дать представление о его цене. Очень важно, чтобы сравнению подвергались именно сравнимые ценности. При учете стоимости факторов комфортности речь идет о неявной цене ценности экологических характеристик, при этом анализируют реальные рынки, на которых эти характеристики участвуют в коммерческих обменах. Такие факторы, как «чистый воздух», «тишина и спокойствие», успешно учитывают в коммерческих обменах на рынке недвижимости, например, при продаже и покупке домов. Фактор «риск» принимают во внимание при назначении зарплаты на рынке труда.

Гиперболическое дисконтирование (hyperbolic discounting). Ставка дисконтирования, отражающая тот факт, что люди обычно выражают больше нетерпения при дисконтировании, связанном с ближайшим, чем с отдаленным будущим.

Готовность платить (willingness to pay). Готовность заплатить за сохранение благоприятной окружающей среды и за отказ от определенной экономической деятельности, которая может привести к негативным экологическим изменениям. Максимальная

сумма, которую человек готов платить за благо (услугу), которого у него нет. Выявленные в результате опросов предпочтения людей дают денежный показатель ценности тех или иных экологических объектов. Готовность платить зависит от способности платить, т. е. от дохода опрашиваемых.

Готовность принять плату или компенсацию (willingness to accept). Минимальная денежная сумма, которую человек готов получить, чтобы отказаться от того или иного блага. Готовность принять компенсацию за негативные изменения в окружающей среде в результате экономической деятельности. В этом случае речь идет о готовности отказаться от имеющихся экологических выгод и терпеть экологический ущерб. Обычно денежные суммы в рамках готовности принять компенсацию могут быть на порядок выше сумм, получаемых при выявлении готовности платить за сохранение экологических благ. Разница не объясняется тем, что в последнем случае ограничением (которого нет при готовности принять компенсацию) является величина дохода опрашиваемых индивидов. Объяснение находят в двух факторах: 1) нежелание потерять имеющиеся выгоды, т. е. оценка ущерба (потерь) выше, чем сравнимый выигрыш по отношению к некоторому начальному запасу активов, включая экологические блага, и 2) ограниченная замещаемость экологических благ другими.

Готовность сделать взнос (willingness to contribute). Готовность сделать взнос за сохранение благоприятной окружающей среды.

Групповая оценка (group valuation). Подход, совмещающий методы заявленных предпочтений с элементами процессов получения оценок путем обсуждения.

Двойной учет экоуслуг (double counting of services). Ошибочный учет какой-либо экосистемной услуги несколько раз при экономическом анализе.

Денежная оценка (monetary valuation). См. *Экономическая оценка*.

Дисконтированная полезность (discounted utility). Польза, включающая будущую дисконтированную ценность, приведенную к нынешнему времени.

Заинтересованное лицо (stakeholder). Человек, группа лиц или организация, которые имеют заинтересованность в исходе конкретного вида деятельности.

Зеленая экономика (green economy). ЮНЕП определяет «зеленую» экономику как повышающую благосостояние людей и обеспечивающую социальную справедливость и при этом существенно снижающую риски для окружающей среды и ее обеднение. В самом простом понимании «зеленая» экономика характеризуется низкими выбросами углеродных соединений, эффективным использованием ресурсов и отвечает интересам всего общества. В «зеленой» экономике рост доходов и занятости обеспечивается государственными и частными инвестициями, уменьшающими выбросы углерода и загрязнение, повышающими эффективность использования энергии и ресурсов и предотвращающими утрату биоразно-

образия и экосистемных функций. Эти инвестиции необходимо катализировать и поддерживать посредством целевых государственных расходов, реформ в области политики и изменения регулирования. Такой путь развития должен сохранять, увеличивать и, где это необходимо, восстанавливать природный капитал как важнейший экономический актив и источник общественных благ, особенно для бедных слоев населения, источники дохода и защищенность которых зависят от природы. Концепция «зеленой» экономики не заменяет собой концепцию устойчивого развития, однако сейчас все более распространено признание того, что достижение устойчивости почти полностью зависит от создания правильной экономики. За десятилетия, когда новые богатства создавались с использованием структур традиционной экономики, общество не решило таких проблем, как бедность и истощение ресурсов, и мы по-прежнему далеки от достижения Целей устойчивого развития ООН. Устойчивость остается важнейшей долгосрочной целью, но для ее достижения мы должны перейти к «зеленой» экономике, что потребует создания способствующих этому условий. К ним относятся соответствующие национальные нормативно-правовые документы, политика, субсидии и стимулы, мировые рынки экологически безопасных товаров и экосистемных услуг, юридическая инфраструктура, протоколы о товарообороте и финансовой помощи. Существующие сегодня условия благоприятствуют и способствуют сохранению «коричневой» экономики, которая, помимо прочего, в высокой степени зависит от энергии, извлекаемой из ископаемого топлива.

Издержки снижения последствий (mitigation [or restoration] cost). Потери экосистемных услуг или расходы по восстановлению этих услуг.

Излишек покупателя/потребителя (consumer surplus). Выгоды, получаемые потребителем при приобретении продукта по цене меньше максимальной, которую они были бы готовы платить.

Институциональная неэффективность (institutional failure). Ситуация, в которой институты общества создают неэффективное использование товаров и услуг.

Калькулятор экосистемных кредитов (credit calculator). Стандартное пособие (часто в виде таблиц программного обеспечения), помогающее участникам рынка подсчитать, сколько кредитов (выгод) создается проектами и/или различными видами деятельности по восстановлению экосистем.

Квантификация (экосистемных) кредитов (quantification of credits). Методы определения кредитов (выгод), производимых проектами.

Комплексное управление экосистемами (governance of ecosystems). Процесс регулирования поведения людей в соответствии с совместным участием в достижении экосистемных целей. Понятие включает как государственные, так и неправительственные механизмы.

Компромиссы экосистемных услуг (trade-offs of ecosystem services). Ситуации, при которых одна эко-

системная услуга увязана с изменениями (или реагирует на изменения) в другой экосистемной услуге.

Конфликт интересов (conflict of interest). Ситуация, возникающая при комплексной эксплуатации экосистем; например, в случае водоемов – альтернатива в развитии гидроэлектроэнергетики или сохранении прибрежных сооружений и рыбопродуктивности, в обеспечении населения питьевой водой или рыболовства и рекреации, в создании водоемкого производства и развитии транспорта или обеспечении устойчивого использования популяций гидробионтов и сохранении экосистем.

Коэффициент дисконтирования (discount rate). Используют при определении нынешней ценности будущих выгод.

Кредитная единица (credit definition). Единица прихода торговой сделки, которая соответствует обеспечению (или предоставлению права пользования) регулируемой или нерегулируемой экосистемной услугой (акр среды обитания, метрическая тонна углерода, фунт азота).

Международные платежи за экосистемные услуги (МПЭУ) (international payments for ecosystem services – IPES). Примером является механизм чистого развития (МЧР) Киотского протокола, посредством применения которого проекты извлечения углерода из атмосферы в развивающихся странах оплачивают загрязнители окружающей среды развитых стран. Основная цель МПЭУ – поддержка устойчивого развития на основе сохранения биоразнообразия в глобальном масштабе. Концепция МПЭУ может быть воспринята на двух различных уровнях, в зависимости от учета: 1) экосистемных услуг глобального значения (например, предоставление генетической информации, регулирование климата и т. д.), или 2) экосистемных услуг, которые имеют более региональные эффекты (например, защита водоразделов, противощормовые мероприятия и т. д.). Использование обоих уровней в общей структуре, способной к интеграции различных схем ПЭУ, неизбежно будет означать многомасштабный подход.

Метод выявления субъективной (интуитивной, предположительной) оценки (МСО), опросный метод (contingent valuation method – CVM). Метод основан на объявленных предпочтениях групп населения. При его использовании проводят анкетный опрос с целью выявления предпочтений людей в отношении нерыночных товаров (атмосферный воздух, океаны и т. п.). Их спрашивают, сколько они желали бы заплатить за конкретные сформулированные улучшения в этих товарах или за предотвращение неблагоприятных изменений в них. Цель МСО – выявить готовность населения платить в денежном выражении. Иногда спрашивают, на какой размер компенсации готовы пойти опрошиваемые (*готовность принять плату* – willingness to accept), чтобы смириться с потерями или согласиться с тем, что меры по улучшению окружающей среды приниматься не будут. Метод получил распространение, несмотря на использование гипотетического рынка. Кроме того,

на него влияет способность респондентов платить. Цель МСО – выявить оценки (или «ставки» на воображаемых торгах), близкие к тем, которые имели бы место в случае существования реального рынка на опрашиваемые экологические объекты. Последняя принятая ставка является выражением максимальной суммы готовности платить. Весь процесс осуществляют в обратном порядке, если речь идет о выявлении готовности принять плату или компенсацию, – ставки постепенно уменьшают до достижения минимальной величины суммы, которую респонденты согласны получить.

Метод оценки стоимости упущенной выгоды (opportunity cost approach). Прагматический, субъективный подход к вопросам оценки экологических ресурсов. Упущенная выгода от не имеющих цены функций и услуг заболоченных угодий может быть вычислена на основе упущенного дохода в случае создания на их месте промышленных предприятий. Выгоды деятельности, вызывающей ухудшение окружающей среды (например, застройки территории жилыми домами), оценивают для того, чтобы установить базовые величины, с которыми можно сравнить выгодность той или иной альтернативы хозяйственной деятельности.

Метод транспортно-путевых затрат (издержек) (travel cost method – TCM). Метод косвенной оценки ценности экологических объектов или функций, при котором транспортные расходы населения для посещения мест отдыха используют в качестве заменителей цены рекреационного объекта, а частота его посещения выражает количество приобретенного рекреационного «товара». Изменения в путевых затратах и частоте поездок используют для построения кривых рекреационного спроса и вычисления потребительского дохода от рекреации, т. е. рекреационной ценности экологического объекта. Учитывают путевые затраты постоянных жителей и приезжих. Этот метод выявляет предпочтения потребителей. Можно считать этот метод оценки по выявляемому предпочтению, который подразумевает ценность изменения качества или количества рекреационной территории (например, в результате изменений в биоразнообразии) путем оценки функции спроса в отношении посещения этой территории.

Наследуемая, завещательная ценность (bequest value). Ценность неиспользования того или иного биоресурса для того, чтобы передать или оставить (наследовать) его будущим поколениям. Наследуемая ценность отражает альтруизм нынешнего поколения и межпоколенную справедливость. Ее измеряют посредством метода определения готовности платить за сохранение экосистем для удовлетворения потребностей детей и внуков и других людей последующих поколений. Эта же логика присутствует и в альтернативной (отложенной) ценности для нынешнего поколения. Значимость, которую люди придают ресурсу, оставляя его для будущих поколений, и которая тем самым отражает заботу о равенстве между поколениями.

Негативные услуги (disservices). Нежелательные негативные компоненты экосистем и результаты их функционирования. Например, возбудители болезней человека, сохраняющиеся в наземных и водных экосистемах, особенно в тропических странах; ядовитые ягоды, грибы и т. д.

Непосредственная, прямая оценка (direct valuation). Оценка в денежных величинах экологических выгод от красивых природных пейзажей, качества атмосферного воздуха или качества воды и т. п.

Непотребительная ценность пользования (non-consumptive use value). Ценность прямого пользования, которая учитывает, что при использовании экологическим ресурсом или объектом последний не потребляется, например, при наблюдении за дельфинами, другими дикими млекопитающими, гнездованием птиц, получении удовольствия от красивого ландшафта или пейзажа.

Неустойчивое использование экосистем (unsustainable use of ecosystems). Использование экосистем таким образом, что выгоды поступают нынешним поколениям, но негативно сказываются на потенциале удовлетворения потребностей и чаяний будущих поколений.

Неэкономические (внеэкономические) методы (non-economic techniques). Методы, которые не требуют выявления соотношений между экономическими переменными при эмпирических измерениях.

Неэффективность рынка (market failure). Неспособность рынка адекватно учесть ценность экосистемных услуг.

ННН-промысел (illegal, unreported and unregulated fishing – IUUF). Нелегальный, неучтенный и нерегулируемый промысел.

Общая международная классификация экосистемных услуг (ОМКЭУ) (common international classification of ecosystem services – CICES). Помимо целей классификации, ОМКЭУ имеет прагматичные задачи – создание описаний понимания конкретных видов экосистемных услуг для обмена информацией и сравнения. Это может быть полезно для создания системы эколого-экономических счетов. ОМКЭУ рассматривают в первую очередь как попытку описать результаты деятельности экосистем в части их непосредственного влияния на благосостояние людей, чтобы стимулировать дискуссии о соответствующих системах оценки (экономических, социальных, эстетических и моральных). ОМКЭУ предназначена для классификации конечных услуг с тем, чтобы эти экосистемные продукты могли быть использованы домохозяйствами, предприятиями или государственными для получения выгод и сочетания экосистемных товаров и услуг с другими формами капитала.

Общая экономическая ценность (total economic value). Ценность, получаемая от различных составляющих утилитарного значения, включая прямую и косвенные потребительские ценности, отложенную и квази-отложенную ценности и ценность существования.

Оценка (valuation). Процесс выражения ценности конкретного товара или услуги в определенном контексте (например, для принятия решений), как правило, путем исчисляемого показателя, часто денежного, но также и с помощью методов и мер из других дисциплин (социология, экология и т. д.).

Оценка нерыночных товаров (valuation of non-market place). Для оценки нерыночных «товаров» (например, атмосферного воздуха, ассимиляционной емкости или очистительной способности экосистем) создается представление о фиктивном рынке, на котором их можно было бы обменивать через выявление предпочтений и готовности людей платить за них; готовности получить определенную компенсацию, например, в случае загрязнения окружающей среды; через оценку выгоды от откладывания использования «товаров» на позднее время или для будущих поколений. Иногда используют метод оценки по аналогии с техническим устройством, выполняющим те же функции.

Платежи за экосистемные услуги (ПЭУ) (payments for ecosystem services – PES). Компенсации, выплачиваемые «поставщикам» экосистемных услуг (ЭУ) их «потребителями». Поставщики ЭУ – субъекты хозяйства (по сути, любые физические и юридические лица), в ходе деятельности которых «производятся» или поддерживаются на существующем уровне определенные экосистемные услуги. Потребители (пользователи) ЭУ – субъекты хозяйства, извлекающие выгоду, в том числе экономическую, от пользования услугой и готовые платить за нее. Готовность потребителей платить за ту или иную услугу является необходимым условием существования соответствующего рынка.

Полная максимальная ежедневная нагрузка (total maximum daily loads). Расчет максимального количества загрязняющих веществ, которое водоем может получить и по-прежнему соответствовать стандартам качества воды.

Получатели экосистемных услуг (beneficiaries of ecosystem services). Люди, предприятия, регионы, получающие пользу от экосистемных услуг.

Потенциальное пользование экосистемными услугами (potential use of ecosystem services). Использование экосистемных услуг в будущем.

Потребительная стоимость (ценность) (consumptive use value). Ценность (стоимость) использования экологического объекта или ресурса для потребления.

Правила торговли экосистемными кредитами (rules of sale). Процедуры установления лимитов по торговым операциям: количество кредитов (выгод), географическая зона обслуживания кредитами, минимальные требования и т. д.

Предельная полезность потребления (marginal utility of consumption). Полезность, возросшая (или утраченная) при небольшом увеличении (или уменьшении) потребления товара или услуги.

Предложение рынка (market supply). Доступность кредитов, открывающих возможность улучшения

и/или защиты дефицитных ресурсов, которые оказывают влияние на рынки.

Принцип установления цен на ресурсы (resource pricing principle). В соответствии с этим принципом все природные ресурсы, включая абсорбционную (ассимилирующую) способность экосистем, должны иметь соответствующую цену, которая отражала бы общественные издержки их использования. Этот принцип не получил такого широкого признания, как принцип обязательной платы за загрязнение окружающей среды.

Природно-ресурсный потенциал (natural-resources potential). Экологическая емкость территории, оцененная с учетом характера использования, наличия и/или состояния географических структур, природных ландшафтов, климатических условий, минеральных ресурсов, почв, водных ресурсов, атмосферы, растительного и животного мира.

Природное богатство (natural wealth). Пригодное для экономической деятельности природное богатство становится природным ресурсом.

Природный капитал (natural capital). Образное название ограниченных запасов физических и биологических ресурсов планеты Земля. Запасы, состоящие из жизнеподдерживающих систем (систем жизнеобеспечения), биоразнообразия, возобновимых и невозобновимых ресурсов, используемых человеком или представляющих для него интерес. Природный капитал, или природное богатство, включает запасы природных активов, таких, как почва и леса, животный мир и водные ресурсы, биологические виды, ландшафт, водно-болотные угодья и др. Иногда говорят о включении в это понятие ассимиляционной емкости экосистем, биогеохимических циклов и энергетических потоков в экосистемах. Природный капитал рассматривают в качестве актива в экономике с потенциалом увеличения производительности и благополучия людей. Например, ценность природного ресурса как экономического актива зависит от величины дохода или благополучия, которые он может принести. Производительность созданного человеком капитала все больше ограничивается сокращением размеров природного капитала.

Природный ресурс (natural resource). Часть природного богатства, представляющая реальную или потенциальную экономическую (хозяйственную), социальную или культурную ценность. Природные ресурсы разделяют по их освоению (возобновимые, невозобновимые и т. д.), собственности на них (частные, арендованные, общественные, государственные и т. п.) и их использованию (как факторы производства, рекреации и т. п.). Например, природные ресурсы состоят из возобновимых ресурсов (леса, вода, животный и растительный мир и др.) и невозобновимых (истощаемых) ресурсов (нефть, уголь, железная руда, другие рудные, минеральные и горючие полезные ископаемые и т. д.), которые рассматривают как природные активы. Возобновимые ресурсы подразделяют на безусловно возобновимые (абиотические ресурсы, такие, как ресурсы Солнца, приливов и т. п.) и услов-

но возобновимые (абиотические циклические ресурсы, например, биогеохимические циклы углерода, серы, фосфора и т. п.; простые биотические ресурсы с характеристиками роста и воспроизводства – например, биологические виды; сложные ресурсы с их взаимодействиями между биотическими и абиотическими компонентами – экосистемы, земли, почвы и т. п.). Иногда в природные ресурсы включают атмосферу, океаны и моря, пресные воды, земли, биоразнообразие и климат.

Присвоение (appropriation). Присвоение некоторых или всех проявляемых и измеряемых ценностей экосистемных услуг с целью обеспечения стимулов для их устойчивого проявления.

Продавцы экосистемных рыночных кредитов (sellers of ecosystem market credits). Частные землевладельцы (например, владельцы леса, сельскохозяйственные производители, производители животноводческой продукции), регулируемые организации.

Регистр/биржа кредитов (credit registry/exchange). Учреждение или официальное хранилище, которое ведет учет экосистемных кредитов, имеющих на рынке, с информацией об их происхождении, собственнике и торговых операциях с ними.

Рынки экосистемных услуг (ecosystem service markets). Системы, которые компенсируют потенциальные потери землевладельцам или другим поставщикам экосистемных услуг путем предоставления специальных льгот или «ценообразования» природных активов в виде рыночных товаров, которые можно купить, поместить в банки экосистемных услуг, продать либо оценить. Типы рынков и платежных механизмов включают: государственные выплаты или целевые вспомогательные услуги, частные контракты или сделки, налоговые льготы или субсидии, торговлю правами или кредитами в рамках установленных лимитов и экологической маркировки.

Рынок экосистем (ecosystem marketplace). Интернет-ресурс для соединения покупателей и продавцов экосистемных услуг с указанием цен с целью сокращения транзакционных издержек.

Совещательная денежная оценка (deliberative monetary valuation). Использование официально проводимого обсуждения для выявления денежной оценки воздействия на окружающую среду определенной экологической политики.

Социальная ценность (social value). См. *Социальные издержки или выгоды*.

Социальные издержки или выгоды (social costs and benefits). Затраты и выгоды для общества в целом. Они отличаются от частных издержек и выгод своей большей всеобъемлемостью (учитывают все затраты и выгоды, которые несет какой-то член общества) и оцениваются через социальную упущенную выгоду, а не по рыночным ценам. Иногда их называют «экономические» затраты и выгоды.

Социальный выбор (societal choice). Коллективные решения, основанные на индивидуальных предпочтениях.

Стоимостная, экономическая оценка окружающей среды (valuing environment). Существуют два основных подхода к оценке окружающей среды: прямая и косвенная оценки. При прямой оценке используют методы, направленные на выявление предпочтений путем использования опросов и экспериментов (например, оценка субъективных предпочтений и их ранжирование). При этом жителей просят прямо выразить свои взгляды на предполагаемые изменения в окружающей среде в случае выполнения того или иного экономического проекта. При косвенной оценке окружающей среды используют методы, позволяющие выявить предпочтения людей на основе их реального поведения и собранной рыночной информации. Среди них – методы оценки платы за комфортность окружающей среды, заработной платы при повышенной экологической опасности, транспортно-путевых издержек для поездок к экологически чистым местам отдыха и др. Предпочтения в отношении экологических «товаров» выявляют косвенно, анализируя их покупку. Группу косвенных методов оценки можно условно разделить на две категории: с использованием суррогатных или обычных рынков.

Стоимость упущенной выгоды (opportunity cost). Стоимость (издержки) неиспользования лучшей альтернативы экономической деятельности – издержки, потерянная выгода при использовании дефицитного ресурса не самым лучшим образом. Применяют традиционный экономический анализ рыночной ценности (стоимости) товара или ресурса с целью определения чистого экономического эффекта (выгоды) при различных видах его использования. Например, в процессе подготовки решения о выделении участка для создания национального парка определяют издержки (потери) для местных жителей в связи с изменениями режима землепользования и возможностей (opportunity) использовать земли для получения сельскохозяйственной продукции или продукции леса. Выполняют анализ движения наличных средств местного населения для выявления входных и выходных параметров производственных функций домашних хозяйств. Рациональные потребители или производители выбирают такую деятельность, в которой частные выгоды превосходят издержки – реальные или в результате упущенной, неиспользованной альтернативы. Так, рационально действующий землевладелец превратит земли, покрытые лесом, в пастбища, если чистая текущая величина прибыли от пастбища (и разовая удачная сделка по продаже древесины) будет больше, чем чистая нынешняя долгосрочная прибыль от продажи древесины. Как и с другими концепциями издержек, стоимость упущенных выгод меняется в зависимости от того, кого она затрагивает и какие используются параметры. Например, общественная упущенная стоимость преобразования леса в пастбище может быть больше, если учитывать потери эстетических ценностей леса, естественных местообитаний животных и растений, а также от снижения поглощения углекислого газа, ухудшения защиты водостоков и т. д. Частная упущенная выгода для землепользователя может вос-

приниматься выше, если бы он имел информацию о долгосрочных потерях продуктивности почвы в случае эксплуатации открытого пастбища. Таким образом, важно учитывать наиболее полную экологическую информацию и внешние эффекты для снижения упущенной выгоды.

Субъективная оценка ценности (contingent valuation). Метод заявляемой экономической оценки, которую выявляют при опросе готовности платить за предлагаемую выгоду.

Счета (кадастры) природных ресурсов (natural resource accounts – NRA). Система экологических счетов, целью которой является сбор на систематической основе количественной и качественной информации о состоянии природных ресурсов и их динамике. В физических показателях отражаются запасы и потоки ресурсов, как между окружающей средой и экономикой, так и внутри экономики. Существуют три основных варианта применения счетов природных ресурсов для принятия решений: управление ресурсами (т. е. счета природного наследия), анализ политики или предпринимаемых мер (информация о воздействиях отраслевой экономической деятельности на потоки и запасы ресурсов и обратно – например, счета лесов, внутренних вод с их балансными таблицами) и предоставление основы для создания вспомогательных счетов и разработки показателей развития. Используют два вида природно-ресурсных счетов – экологических ресурсов и природно-материальных ресурсов.

Транзакционные издержки (transaction costs). Затраты в дополнение к фактической стоимости кредитов или по обеспечению соответствия нормативам, что требуется для поддержания инфраструктуры рынка кредитов.

Трансфер выгоды (benefits transfer approach). Способ экономической оценки, при котором полученные в одних условиях и ситуациях значения (независимо от применяемого метода) используют для оценки в других условиях и ситуациях.

Трансфер функции спроса (demand function transfer). Перенос значений функций спроса, оцененных с помощью тех или иных методов (транспортные расходы, гедонистические цены, субъективные оценки или моделирование выбранного места) на ранее исследованной территории, на управляемую территорию (в отношении которой принимают решение) с учетом ее параметров.

Трансфер функции ценности (value function transfer). Перенос значений функций ценности, полученных с помощью тех или иных методов (транспортные расходы, гедонистические цены, субъективные оценки или моделирование выбранного места) на ранее исследованной территории, на управляемую территорию (в отношении которой принимают решение) с учетом ее параметров.

Убывающая выгода при увеличении площади (diminishing returns to scale). Добавление дополнительной единицы площади к крупной по территории

экосистеме увеличивает общую стоимость экосистемных услуг меньше, чем в случае дополнительной единицы площади для экосистемы малого размера.

Управление экосистемами (management of ecosystems). Деятельность по поддержанию или восстановлению структуры, функционирования и предоставления услуг естественными и измененными экосистемами с целью достижения устойчивости. Она основана на адаптивном, совместно выработанном представлении о желаемых будущих условиях и объединяет экологические, социально-экономические и институциональные механизмы.

Управление экосистемными услугами (ecosystem services approach). Механизм, с помощью которого экосистемные услуги интегрированы в систему государственных и частных решений.

Услуги биологического регулирования (biological control services). Борьба с сельскохозяйственными вредителями биологическими, а не химическими средствами.

Услуги по поддержанию местообитаний (habitat service). Обеспечение экосистемами жизненного пространства и всех иных условий существования резидентных и мигрирующих видов живых организмов (тем самым сохраняя их генофонд и возможность воспроизводства).

Устойчивое использование (sustainable use). В соответствии со статьей 2 Конвенции о биологическом разнообразии «Устойчивое использование означает использование компонентов биологического разнообразия таким образом и такими темпами, которые не приводят в долгосрочной перспективе к истощению биологического разнообразия, тем самым сохраняя его способность удовлетворять потребности нынешнего и будущих поколений и отвечать их чаяниям». Использование понимают в значении как потребительского, так и непотребительского.

Устойчивый поток экосистемных услуг (sustainable flow of ecosystem services). Наличие экосистемных услуг, обеспечивающих непрерывные выгоды для нынешних поколений и при этом сохраняющих способность удовлетворять потребности и чаяния будущих поколений.

Устранимые расходы (avoided cost). Издержки, которые пришлось бы понести в отсутствие экосистемных услуг.

Ценность косвенного пользования (indirect use value). Выгоды, получаемые от экосистемных услуг при их косвенном использовании хозяйственным субъектом (например, на некотором расстоянии от предоставляющих услуги экосистем – по очистке воздуха, воды и др.).

Ценность непотребительского (пассивного) пользования или непользования (non-use value or passive use value). Ценность отложенного использования, существования экологического ресурса или объекта, при измерении которой используют методы субъективной оценки (готовности платить, оценки комфортности и т. п.). Ценность непользования разде-

ляют на завещательную ценность и ценность существования (пассивного пользования).

Ценность отложенной альтернативы (option value). Индивидуальная готовность заплатить в данный момент времени, чтобы сохранить экологический объект для получения возможной альтернативы использования его в будущем или обеспечить получение со временем возможности использовать флору, фауну и места их обитания. Такой вид ценности в чем-то аналогичен ценности (стоимости) страхования. Иногда интерпретируется как ожидаемая ценность (стоимость) будущих знаний о пока еще неизвестных выгодах сохранения экологического объекта, для которого необратимый процесс социально-экономического развития может предотвратить их приобретение.

Ценность пользования (use value). Ценность, возникающая от реальной пользы, получаемой благодаря данному ресурсу, например, использование леса для получения древесины или водно-болотных угодий для проведения досуга или рыбной ловли. Ценность пользования состоит из ценности прямого пользования, косвенного пользования и ценности экологических функций, таких, как защита от наводнений, климат, циклы питательных веществ, ассимиляция отходов и ценность отложенного использования. Ценность пользования можно также разделить на потребляемую и непотребляемую (например, наблюдение за гнездованием птиц, за дельфинами и другими китами, фотоохота, удовлетворение от красивого ландшафта и т. п.).

Ценность прямого использования (direct use value). Ценность, получаемая от прямого использования экосистем, например, стоимость улова рыбы при рыболовстве, полученной древесины при лесопользовании, скошенного сена и т. п. Выгоды, получаемые от услуг, предоставляемых экосистемой, которые используются непосредственно хозяйствующим субъектом. К ним относят потребляемую стоимость (ценность) использования ресурса (например, сбор трав), а также ценность использования ресурса без его потребления (например, фотоохота, природный туризм). Потребители часто физически присутствуют в природе.

Ценность сохранения (conservation value). См. *Ценность существования*.

Ценность существования (existence value). Ценность, которую индивиды придают факту существования ресурса, даже если они никогда не будут его использовать (иногда «ценность сохранения» или «ценность пассивного использования»). Непотребляемая ценность, которая не связана с ценностью текущего или отложенного использования и исходит лишь из факта существования какого-либо экологического ресурса. Примером ценности существования может быть отношение людей к сохранению синего кита, хотя они могут ни разу не увидеть его. Ценность существования выражается готовностью индивида заплатить за то, чтобы обеспечить существование представителей флоры, фауны и мест их обитания,

даже если он осознает, что никогда лично не использует эти ресурсы. Иногда эта ценность включает наследственную ценность. Основная мотивация ценности существования – альтруизм по отношению к потомкам, друзьям, родственникам, человечеству или самой природе. Метод субъективной денежной оценки является одним из наиболее эффективных для получения количественных показателей ценностей отложенного использования и существования. Например, при определении ценности существования влажных тропических лесов полагают, что домашние хозяйства максимизируют полезность в условиях ограничений на их доход путем выбора сочетания рыночных и нерыночных товаров. Если одним из нерыночных товаров является общественный (общественного пользования) товар под названием «защита влажного тропического леса», тогда готовность заплатить за него будет функцией цены лесозащиты, цен других товаров, дохода и предпочтений членов домашнего хозяйства. Также полагают, что предпочтения домашних хозяйств формируются рядом социально-экономических факторов, таких, как численность семьи, возраст, образование, принадлежность к той или иной политической партии и отношение к окружающей среде ее членов. Респондент (отвечая на анкету) будет готов заплатить затребованную сумму денег для защиты тропического леса, если получаемая им величина полезности в случае проведения лесозащитных мероприятий и пониженного дохода будет по крайней мере равна полезности без лесозащитных мероприятий.

Чрезмерная эксплуатация (over-exploitation). Использование, превышающее уровень устойчивого использования.

Экоассимилирующая способность, емкость (environmental assimilative capacity). Способность природной территории/акватории поглощать (ассимилировать) загрязнение или иное негативное воздействие на окружающую среду. Определяется абсорбционными характеристиками данной экосистемы.

Экологическая инфраструктура (ecological infrastructure). Сеть взаимосвязанных вспомогательных структурных элементов в ландшафте, которая способствует предоставлению экосистемных услуг. Иногда используют термин «зеленая» инфраструктура.

Экологическая производственная функция (ecological production function). Зависимость между экологическими входными и выходными параметрами жизненного цикла товаров и услуг.

Экологическая справедливость (environmental equity). Справедливость экологических прав, их распределения и доступа к ним. В зависимости от контекста это может относиться к ресурсам, экосистемным услугам и власти.

Экологическая ценность (ecological value). Недежная оценка целостности, здоровья или восстанавливаемости экосистемы, являющихся важными показателями для определения критических порогов и минимальных требований к предоставлению экосистемных услуг.

Экологические активы (environmental assets). Экологические блага, объекты, функции, природный капитал.

Экологический след (ecological footprint). Приблизительный размер территории и акватории в гектарах, которая требуется для производства потребляемых людьми ресурсов (продуктов питания, одежды, тепловой и иной энергии и др.), а также для переработки, захоронения или включения в природные циклы образующихся при этом отходов. Экологический след может быть рассчитан для одного человека или группы людей, находящихся на определенном уровне материального благосостояния, а также для города, страны и всего мира.

Экологический учет (ecosystem accounting). Формализованный процесс учета ценности основных типов экосистем и их услуг для той или иной территории с использованием утвержденных для нее методов оценки и показателей.

Экологический ущерб (natural damage). Ущерб в результате нарушений в окружающей природной среде.

Экономическая оценка (economic valuation). Процесс выражения ценности конкретного товара или конкретной услуги в определенном контексте (например, при принятии решений) в денежных величинах.

Экономическое поведение (economic behaviour). Способ выражения предпочтений хозяйствующими субъектами через экономическую деятельность.

Экосистемная функция (ecosystem function). Интегральные результаты функционирования экосистем, например: первичная продукция, разложение органики, циклы веществ в экосистеме и т. п. В отличие от экосистемных процессов экосистемные функции характеризуют не отдельные компоненты экосистемы или их взаимодействие, а функционирование экосистемы в целом.

Экосистемное управление (ecosystem management). Система управленческих решений, ориентированных на поддержание или восстановление состава, структуры, функций и услуг естественных и измененных экосистем с целью достижения устойчивости. Основана на адаптивном, выработанном коллективно представлении о желательных будущих условиях, которое объединяет экологические, социально-экономические и институциональные перспективы, применимые в пределах какого-либо географического образования с очевидными природными границами.

Экосистемные услуги (ecosystem services). Прямой и косвенный вклад экосистем в обеспечение условий жизни человека и его благосостояние. Понятия «экосистемные товары и услуги» и «экосистемные услуги» синонимичны. В то же время следует иметь в виду, что распространение экосистемных услуг, как правило, локализовано природными процессами, а экосистемные товары в рыночной системе могут распространяться безгранично.

Экосистемный капитал (ecosystem capital). См. *Природный капитал*.

Экосистемный подход (ecosystem approach). Официально принят на 7-й конференции сторон Конвенции о биологическом разнообразии в феврале 2004 г. как «стратегия комплексного управления земельными, водными и биологическими ресурсами, которая способствует их сохранению и устойчивому использованию на справедливой основе». Таким образом, применение экосистемного подхода (ЭП) помогает достигнуть сбалансированного решения всех трех задач Конвенции: сохранения, устойчивого использования и справедливого и равного распределения всех выгод от использования биологических ресурсов. ЭП не подменяет собой другие формы управления и сохранения, такие, как биосферные резерваты, охраняемые природные территории и программы по сохранению отдельных видов, а также иные подходы, осуществляемые в рамках национальной стратегии и правового поля, но должен способствовать интеграции всех перечисленных и других подходов и методов для решения комплексных проблем. Не существует единого пути внедрения ЭП, поскольку это зависит от местных, районных, национальных, региональных или глобальных условий. В действительности есть много возможных способов применения ЭП для практического решения задач Конвенции.

Принципы экосистемного подхода. 1) Задачи управления земельными, водными и живыми ресурсами определяются обществом. 2) Управление должно быть по возможности максимально децентрализовано. 3) Органы управления природными комплексами должны учитывать влияние своей деятельности (действительное или возможное) на смежные и другие экосистемы. 4) Признавая возможность позитивных результатов управления, следует тем не менее рассматривать экосистемы и управлять ими в экономическом контексте. Любая программа управления экосистемами должна: снижать погрешности рынка, отрицательно влияющие на биоразнообразие, стимулировать его сохранение и устойчивое использование, учитывать затраты и выгоды в работе с определенной экосистемой. 5) Сохранение структуры экосистем и их функционирования в целях поддержания экосистемных услуг. 6) Управление экосистемами должно осуществляться только в пределах их естественного функционирования. 7) ЭП следует осуществлять в соответствующих пространственных и временных масштабах. 8) Учитывая изменчивость временных характеристик и возможность отсроченных последствий, свойственных экосистемным процессам, цели экосистемного управления должны быть долгосрочными. 9) При управлении экосистемами необходимо учитывать неизбежность их изменений. 10) ЭП должен обеспечивать достижение надлежащего равновесия между сохранением и использованием биоразнообразия и их интеграцию. 11) ЭП должен учитывать любые формы соответствующей информации, включая научные данные, знания коренных и местных общин, инновации и практику. 12) К реализации ЭП должны быть привлечены все заинтересованные группы общества и уместные научные дисциплины.

Экотуризм (ecotourism). Целенаправленные путешествия или экскурсии на природу с целью изучения естественной истории и культуры региона, не нарушающие целостность экосистем и одновременно предоставляющие экономические возможности превратить охрану природы в статью дохода для местных жителей. Главное свойство экотуризма – обеспечение прогресса в области охраны природы. Еще три компонента, отличающие его от просто природного туризма: улучшение условий жизни местного населения (привнесение ресурсов не только для охраны природы, но и для местной экономики), содействие устойчивому природопользованию (т. е. когда экотуризм способен развиваться на данной территории неограниченно долго), экологическое образование (содействие формированию в обществе уважительного отношения к природе, культурным традициям, местным жителям).

Экофилантроп (checkbook environmentalist). Человек или компания, которые вносят вклад в защиту окру-

жающей среды путем пожертвования средств на дело охраны природы или сохранения ее элементов, а также на приобретение углеродных кредитов (квот).

Экстерналия (externality). Нерыночное и некомпенсируемое влияние чьей-либо хозяйственной деятельности – производства и потребления – на соседние экосистемы и благосостояние других людей. Пример положительного эффекта – экосистемные услуги гречишного поля, в том числе по продукции пыльцы. Негативный эффект – неочищенные выбросы загрязняющих веществ, поступающие в реку, разрушающие ее экосистему и тем самым влияющие на благосостояние рыбаков. Компенсация (интернализация) достигается взиманием с загрязнителя платежа за ущерб соседним экосистемам (ПЭУ) или платежом хозяину гречишного поля, например, со стороны владельца соседней пасеки.

Эффект даровой выгоды (endowment effect). Следствие склонности людей оценивать природные товары (ресурсы), которыми они владеют, дороже.

Термины, упоминаемые в глоссарии

Absorptive, assimilating capacity – абсорбционная, поглощающая способность, емкость окружающей среды.

Adaptation – адаптация.

Adaptive capacity – адаптивная способность.

Adaptive management – адаптивное управление.

Altruistic value – альтруистическая ценность.

Anthropogenic/human impacts – антропогенное воздействие.

Appropriation – присвоение.

Avoided cost – устранимые расходы.

Beneficiaries of ecosystem services – получатели экосистемных услуг.

Benefits – выгоды.

Benefits transfer approach – трансфер выгод.

Benefits-only approach – оценка ценности только на основе выгод различных альтернатив.

Bequest value – наследуемая, завещательная ценность.

Biological control services – услуги биологического контроля (регулирования).

Biological resources – биологические ресурсы.

Biophysical valuation – биофизическая оценка ценности.

Biopiracy – биопиратство.

Bioprospecting – биоразведка.

Checkbook environmentalist – экофилантроп.

Common international classification of ecosystem services (CICES) – общая международная классификация экосистемных услуг (ОМКЭУ).

Conflict of interest – конфликт интересов.

Conservation value – ценность сохранения.

Consumer surplus – излишек покупателя/потребителя.

Contingent valuation – субъективная оценка ценности.

Contingent valuation method (CVM) – метод выявления субъективной (интуитивной, предположительной) оценки (МСО), опросный метод.

Cost-benefit analysis – анализ «затраты-выгоды».

Credit calculator – калькулятор экосистемных кредитов.

Credit definition – кредитная единица.

Credit registry/exchange – регистр/биржа кредитов.

Deliberative monetary valuation – совещательная денежная оценка.

Demand function transfer – трансфер функции спроса.

Diminishing returns to scale – убывающая выгода при увеличении площади (экосистем).

Direct use value (of ecosystems) – ценность прямого использования экосистемы.

Direct valuation – непосредственная, прямая оценка.

Discount rate – коэффициент дисконтирования.

Discounted utility – дисконтированная полезность.

Disservices – негативные услуги.

Double counting of services – двойной учет экоуслуг.

Ecological footprint – экологический след.

Ecological infrastructure – экологическая инфраструктура.

Ecological production function – экологическая производственная функция.

Ecological value – экологическая ценность.

Economic behaviour – экономическое поведение.

Economic valuation – экономическая оценка.

- Ecosystem accounting** – экологический учет.
- Ecosystem approach** – экосистемный подход.
- Ecosystem capital** – экосистемный капитал.
- Ecosystem function** – экосистемная функция.
- Ecosystem management** – экосистемное управление.
- Ecosystem marketplace** – рынок экосистем.
- Ecosystem service markets** – рынки экосистемных услуг.
- Ecosystem services** – экосистемные услуги.
- Ecosystem services approach** – управление экосистемными услугами.
- Ecotourism** – экотуризм.
- Endowment effect** – эффект даровой выгоды.
- Environmental assets** – экологические активы.
- Environmental assimilative capacity** – Экоассимилирующая способность, емкость.
- Environmental equity** – экологическая справедливость.
- Existence value** – ценность (стоимость) существования.
- Externality** – экстерналия.
- Governance (of ecosystems)** – комплексное управление (экосистемами).
- Green economy** – «зеленая» экономика.
- Group valuation** – групповая оценка.
- Habitat service** – услуги по поддержанию местообитаний.
- Hedonic pricing** – гедонистическое ценообразование.
- Hyperbolic discounting** – гиперболическое дисконтирование.
- Illegal, unreported and unregulated fishing (IUUF)** – ННН-промысел.
- Indirect use value** – ценность косвенного пользования.
- Institutional failure** – институциональная неэффективность.
- International payments for ecosystem services (IPES)** – международные платежи за экосистемные услуги.
- Intrinsic value** – внутренне присущая, неотъемлемая ценность (стоимость).
- Management (of ecosystems)** – управление (экосистемами).
- Marginal utility of consumption** – предельная полезность потребления.
- Market failure** – неэффективность рынка.
- Market supply** – предложение рынка.
- Mitigation (or restoration) cost** – издержки снижения последствий.
- Monetary valuation** – денежная оценка.
- Natural capital** – природный капитал.
- Natural capital stock** – запасы природного капитала.
- Natural damage** – экологический ущерб, ущерб в результате нарушений в окружающей природной среде.
- Natural resource** – природный ресурс.
- Natural resource accounts (NRA)** – счета (кадастры) природных ресурсов.
- Natural wealth** – природное богатство.
- Natural-resources potential** – природно-ресурсный потенциал.
- Non-consumptive use value** – непотребительная ценность (стоимость) пользования.
- Non-economic techniques** – не(вне)экономические методы.
- Non-use value or passive use value** – ценность (стоимость) непотребительного (пассивного) пользования или непользования.
- Opportunity cost** – стоимость упущенной выгоды, стоимость (издержки) неиспользования лучшей альтернативы экономической деятельности.
- Opportunity cost approach** – метод оценки стоимости упущенной выгоды.
- Option value** – ценность (стоимость) отложенной альтернативы.
- Over-exploitation** – чрезмерная эксплуатация.
- Passive use value** – см. *Non-use value*
- Payments for ecosystem services (PES)** – платежи за экосистемные услуги.
- Potential use (of ecosystem services)** – потенциальное пользование (экосистемными услугами).
- Resource pricing principle** – принцип установления цен на ресурсы.
- Rules of sale** – правила торговли экосистемными кредитами.
- Sellers of ecosystem market credits** – продавцы экосистемных рыночных кредитов.
- Services and benefits of ecosystems** – услуги и выгоды, предоставляемые экосистемами.
- Social costs and benefits** – социальные издержки или выгоды.
- Social value** – социальная ценность.
- Societal choice** – социальный выбор; коллективные решения, основанные на индивидуальных предпочтениях.
- Stakeholder** – заинтересованное лицо.
- Stated preference** – выраженное (заявленное) предпочтение.
- Sustainable flow (of ecosystem services)** – устойчивый поток (экосистемных услуг).
- Sustainable use** – устойчивое использование.
- Total economic value** – общая экономическая ценность.
- Total maximum daily loads** – полная максимальная ежедневная нагрузка.
- Trade-offs of ecosystem services** – компромиссы экосистемных услуг.
- Transaction costs** – транзакционные издержки.
- Travel cost method (TCM)** – метод транспортно-путевых затрат (издержек).

Unsustainable use (of ecosystems) – неустойчивое использование (экосистем).

Use value – ценность пользования (стоимость).

User value – ценность ресурса для пользователя.

Valuation of non-market place – оценка нерыночных товаров.

Value function transfer – трансфер функции ценности.

Valuing environment – стоимостная, экономическая оценка окружающей среды.

Verification – верификация.

Vicarious benefit – альтруистическая выгода (эффект).

Willingness to accept – готовность принять (плату, компенсацию).

Willingness to contribute – готовность сделать взнос.

Willingness to pay – готовность платить.

Глоссарий составлен Р.А. Перелетом по следующим источникам:

Перелет Р.А. Экономика и окружающая среда: Англо-русский словарь-справочник. – ОЭСР, Гарвард. ин-т междунар. развития, 1996. – 120 с.

Перелет Р.А. Экосистемный подход к управлению природопользованием и природоохранной деятельностью // Механізм регулювання економіки. – 2006. № 1. – С. 36–53 (<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/8840>).

Сохранение биологического разнообразия и устойчивое управление живыми природными ресурсами. Стандарт деятельности 6. – IFC, 2012. – С. i–iii, 1–9 (www.ifc.org/wps/wcm/connect/a38b73804b8bba3b8d8ccfbbd578891b/PS6_Russian_2012.pdf?MOD=AJPERES).

Экосистемный подход // Решения, принятые Конференцией Сторон Конвенции о биологическом разнообразии на ее пятом совещании. Найроби, 15–26 мая 2000 г. Решение V/6. – 2002. – С. 40–46 (www.cbd.int/doc/decisions/cop-05/full/cop-05-dec-ru.pdf).

ЮНЕП. Устойчивое использование: дальнейшее укрепление работы, связанной с использованием терминов и с соответствующими документами. – UNEP/CBD/SBSTTA/11/17. 29 August 2005. – 2005. – 12 с.

ЮНЕП. Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности – обобщающий доклад для представителей властных структур. – 2011. – 44 с. (www.unep.org/greeneconomy).

Cluis C. Bioprospecting: A new western blockbuster, after the gold rush, the gene rush // The Science Creative Quarterly. – 2005. V. 2.

Glossary of terms. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) (www.teebweb.org/resources/glossary-of-terms). [Электронный ресурс]

Haines-Young R., Potschin M. Common international classification of ecosystem services (CICES): Consultation on Version 4, August–December 2012. – EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003. – 2013 (www.cices.eu).

LaRocco G.L., Deal R.L. Giving credit where credit is due: increasing landowner compensation for ecosystem services. – Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-842. – Portland, OR: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 2011. – 32 p. (https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr842.pdf).

Markandya A., Perellet R., Mason P., Taylor T. Dictionary of environmental economics. – Taylor and Francis, 2014. – 208 p.

Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: Biodiversity synthesis. – World Resources Institute, Washington, DC, 2005. – 86 p.

Odling-Smee L. Dollars and sense // Nature. – 2005. V. 437. 29 September. – P. 614–616.

OECD. The environmental goods and services industry: Manual for data collection and analysis. – OECD, Eurostat, 1999. – 65 p.

OECD. Policy brief. Opening markets for environmental goods and services. – September 2005. – 8 p.

Shepherd G. (ed.) The ecosystem approach: Learning from experience. – Gland, Switzerland: IUCN, 2008. – 190 p. (www.cbd.int/doc/external/iucn/iucn-ecosystem-approach-en.pdf).

ЛИТЕРАТУРА

- Анализ социально-экономических факторов, влияющих на состояние биологического разнообразия: Подготов. фаза проекта ГЭФ «Сохранение биоразнообразия России». Прил. 1. – М.: ПАИМС, 1995. – 288 с.*
- Артамонов В.И.* Растения и чистота природной среды. – М.: Наука, 1986. – 175 с.
- Атлас малонарушенных лесных территорий России / Аксенов Д.Е., Добрынин Д.В., Дубинин М.Ю. и др. – М.: Изд-во МСОЭС; Вашингтон: Изд-во World Resources Inst., 2003. – 184 с. (<http://old.forest.ru/rus/publications/intact/index.htm>).*
- Атлас снежно-ледовых ресурсов мира / Гл. ред. В.М. Котляков. – М.: Ин-т географии РАН; НПП «Картография», 1997. – Т. I.*
- Балакай Н.И.* Методология снижения поверхностного стока и массы загрязняющих веществ от применения природоохранных мероприятий // Изв. Нижегородского агроуниверситета. комплекс: наука и высш. проф. образование. – 2011. № 1 (21). – С. 89–97.
- Барталев С.А., Белвард А.С., Ершов Д.В., Исаев А.С.* Карта наземных экосистем Северной Евразии. – М.: Ин-т косм. исслед. РАН, 2004 (<http://terranorte.iki.rssi.ru>).
- Басанец Л.П.* Эколого-туристское районирование России: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – М., 2006. – 28 с.
- Басанец Л.П., Дроздов А.В.* Туристское природопользование, экологический императив и перспективы России // Природопользование и устойчивое развитие. Мировые экосистемы и проблемы России. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2006. – С. 322–340.
- Бобылев С.Н., Гусев А.А., Мартынов А.С., Тишков А.А.* Экономика для защиты природы России. – М.: РАН, МПР, Проект ГЭФ, 2001а. – 12 с.
- Бобылев С.Н., Касьянов П.В., Соловьева С.В., Стеценко А.В.* Комплексная экономическая оценка лосолевых Камчатки. – М.: Права человека, 2008. – 64 с.
- Бобылев С.Н., Перелет Р.А., Соловьева С.В.* Оценка и внедрение системы платежей за экосистемные услуги на особо охраняемых природных территориях. – Волгоград: ПРООН, ГЭФ, 2012. – 219 с.
- Бобылев С.Н., Сидоренко В.Н., Лужецкая Н.В.* Экономические основы сохранения водно-болотных угодий. – М.: Wetlands International, 2001б. – 56 с.
- Богословский Б.Б., Самохин А.А., Иванов К.Е., Соколов Д.П.* Общая гидрология (гидрология суши). – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 432 с.
- Большая советская энциклопедия. Изд. 3-е. – М.: Сов. энцикл., 1972. Т. 10. – 592 с.*
- Бочков А.П.* Влияние леса на водность рек // Тр. III Всесоюз. гидрол. съезда. – Л.: Гидрометеоздат, 1959. – С. 11–17.
- Будыко С.Х.* О влиянии леса на водный режим рек // Науч. работы Ин-та леса АН БССР. – 1956. Вып. 7. – С. 80–95.
- Бурковский А.* Международные природоохранные организации просят Украину отказаться от облесения степей // Степ. бюл. – 2013. № 38. – С. 36–37.
- Быков Б.А.* Экологический словарь. – Алма-Ата: Наука, 1983. 216 с.
- Владимиров А.М., Орлов В.Г.* Охрана и мониторинг поверхностных вод суши. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2009. – 220 с.
- Волкова Н.В., Ферару Г.С., Третьякова Л.А.* Оценка эколого-туристического потенциала региона и перспективы его использования (на примере Белгородской области) // Экономика и управление. Региональная экономика. Теория и практика. – 2015. №2 (377). – С. 27–38.
- Вомперский С.Э., Цыганова О.П., Ковалев А.Г. и др.* Заболоченность территории России как фактор связывания атмосферного углерода // Глобальные изменения природной среды и климата. – М.: 1999. – С. 124–145.
- Воронков Н.А.* Роль лесов в охране вод. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 285 с.
- Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – М.: Росгидромет, 2015. – 1009 с.*
- Голосов В.Н.* Эрозионно-аккумулятивные процессы в речных бассейнах освоенных равнин. – М.: ГЕОС, 2006. – 296 с.
- Государственная программа Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» // Собрание законодательства РФ. – М.: Юр. лит., 24.01.2011. № 4. – Ст. 622.*
- Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2014 году». – М.: НИА-Природа, 2015. – 270 с.*
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году». – М.: МПР РФ, 2014. – 463 с.*
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2014 году». – М.: МПР РФ, 2015. – 473 с.*
- Грязнов С.Е., Кузминых Ю.В., Богачев Ю.К.* Оценка и измерение нелегальных лесозаготовок в лесном секторе Российской Федерации // Изв. высш. учеб. заведений. Лес. журн. – 2011. № 5. – С. 124–130.
- Гусев А.В.* Сохраним бренды Белгородской области // Степ. бюл. – 2012. № 34. – С. 33–35.

- Дежкин В.В., Данилкин А.А., Кузякин В.А.* Концептуальные основы рационального ресурсопользования в охотничьем хозяйстве России // Государственное управление ресурсами. Спец. вып. «Охота и охотничьи ресурсы Российской Федерации». – М.: МПР РФ, 2011. – Т. 2. – С. 332–339.
- Дорофеев А.А.* Ландшафтно-рекреационный анализ территории для целей экологического туризма (на примере Тверской области): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Смоленск, 2003. – 28 с.
- Дубах А.Д.* Лес как гидрологический фактор. – Л.: Гослесбуиздат, 1951. – 160 с.
- Дьяченко А.Е., Брысова Л.П., Голубев И.Ф., Чечаев А.Е.* Лесомелиорация. – М.: Колос, 1979. – 206 с.
- Егошина Т.Л.* Недревесные растительные ресурсы России. – М.: НИИ-Природа, 2005. – 80 с.
- Ершов Э.Д.* Приближенная количественная оценка влияния различных факторов природной обстановки на температурный режим пород // Мерзлот. исслед. – М.: Изд-во МГУ, 1971. № 11. – С. 52–56.
- Заварзин Г.А., Кудяров В.Н.* Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России // Вестн. РАН. – 2006. – Т. 76. № 1. – С.14–29.
- Замолодчиков Д.Г.* Динамика углеродного баланса лесов России и ее вклад в изменение атмосферной концентрации углекислого газа // Исполъз. и охрана природ. ресурсов в России. – 2012. № 5. – С. 31–38.
- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Коровин Г.Н. и др.* Бюджет углерода управляемых лесов Российской Федерации в 1990–2050 гг.: ретроспективная оценка и прогноз // Метеорология и гидрология. – 2013а. № 10. – С. 73–92.
- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н.* Динамика бюджета углерода лесов России за два последних десятилетия // Лесоведение. – 2011. № 6. – С. 16–28.
- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Шуляк П.П., Честных О.В.* Влияние пожаров и заготовок древесины на углеродный баланс лесов России // Лесоведение. – 2013б. № 5. – С. 36–49.
- Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Коровин Г.Н., Честных О.В.* Динамика пулов и потоков углерода на территории лесного фонда России // Экология. – 2005. № 5. – С. 323–333.
- Защитное лесоразведение в СССР / Ред. Е.С. Павловский.* – М.: Агропромиздат, 1986. – 263 с.
- Земельные ресурсы России* – см. Stolbovoi V., McCallum I., 2002.
- Ивонин В.М.* Роль биоты в противоэрозионной системе // Эколого-технологические аспекты лесного хозяйства в степи и лесостепи: Мат-лы I Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов: Изд-во Саратов. гос. аграр. ун-та, 2007. – С. 20–24.
- Идзон П.Ф.* Лес и водные ресурсы. – М.: Лес. пром-сть, 1980. – 152 с.
- Ильичев В.А., Владимиров В.В., Садовский А.В. и др.* Перспективы развития поселений Севера в современных условиях. – М.: РААСН, 2003. – 152 с.
- Инишева Л.И., Кобак К.И., Турчинович И.Е.* Развитие процесса заболачивания и скорость аккумуляции углерода в болотных экосистемах России // География и природ. ресурсы. – 2013. № 3. – С. 60–68.
- Калинин В.М.* Экологическая гидрология. – Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2008. – 148 с.
- Калинин В.М.* Вода и нефть (гидролого-экологические проблемы Тюменского региона). – Тюмень: Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 2010. – 222 с.
- Карпачевский М.Л., Ярошенко А.Ю., Зенкевич Ю.Э. и др.* Природа Подмосквья: утраты последних двух десятилетий. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2009. – 92 с.
- Качество поверхностных вод Российской Федерации: Ежегодник, 2011.* – Р. н/Д.: Гидрохим. ин-т, 2012. – 553 с.
- Кирюшин В.И.* Экологизация земледелия и технологическая политика. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 473 с.
- Клишцов А.П.* Защитная роль лесов Сахалина. – Южно-Сахалинск: Сахал. отд. Дальневост. кн. изд-ва, 1973. – 234 с.
- Котлобай А., Лопина О., Харченков Ю. и др.* Оценка объемов древесины сомнительного происхождения и анализ практики внедрения систем отслеживания происхождения древесины в ряде многолесных регионов Северо-Запада, Сибири и Дальнего Востока России. – М.: ВВФ, 2006. – 56 с.
- Кравцова М.В., Аладинская А.Р., Писклова О.П.* Расчет концентраций загрязняющих веществ с применением компьютерного моделирования рассеивания выбросов // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2014. Т. 16. № 1–6. – С. 1784–1790.
- Крестовский О.И.* Влияние вырубок и восстановление лесов и водность рек. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 118 с.
- Кудрявцев В.А., Гарагуля Л.С., Кондратьева К.А., Меламед В.Г.* Основы мерзлотного прогноза при инженерно-геологических исследованиях. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 432 с.
- Кулагин Ю.З.* Древесные растения и промышленная среда. – М.: Наука, 1974. – 125 с.
- Курорты:* Энциклопедический словарь / Гл. ред. Е.И. Чазов. – М.: Сов. энцикл., 1983. – 590 с.
- Лаптев Н.И.* Дикоросы: социально-экономическое значение для Томской области // На пути к устойчивому развитию России. – 2009. № 47. – С. 42–43.
- Лебедев А.В.* Водоохранное значение леса в бассейнах Оби и Енисея. – М.: Наука, 1964. – 64 с.
- Лебедев А.В.* Гидрологическая роль горных лесов Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982. – 183 с.
- Лесная энциклопедия* (статья «Загрязнение окружающей среды»). В 2 т. / Гл. ред. Г.И. Воробьев. – М.: Сов. энцикл., 1985. – 563 с.
- Лесной фонд России* (по учету на 1 января 2003 г.): Справочник. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – 640 с.
- Лесопользование в Российской Федерации в 1946–1992 гг.* – М.: ВНИИЦлесресурс, 1996. – 313 с.
- Лобанова З. М.* Экология и защита биосферы: Учеб. пособие. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – 130 с.
- Луганский Н.А., Залесов С.В., Луганский В.Н.* Лесоведение. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2010. – 432 с.
- Львович М.И.* Человек и воды: Преобразование водного баланса и речного стока. – М.: Географиздат, 1963. – 556 с.

- Малонарушенные* лесные территории России: современное состояние и утраты за последние 13 лет / Постер, формат А1. – М.: Всемир. фонд дикой природы (WWF), 2015.
- Матвеев П.Н.* Гидрологическая роль еловых лесов Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1973. – 75 с.
- Медведева О.Е.* Использование экономических оценок экосистемных услуг в России // Экономика экосистем и биоразнообразия: потенциал и перспективы стран Северной Евразии. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2010. – С. 108–113.
- Методика* оценки недревесных растительных ресурсов на типологической основе при сдаче леса в аренду / Черкасов А.Ф., Лубова Т.В., Косицын В.Н. и др. – М.: ВНИИЛМ, 1997. – 30 с.
- Методика* прогнозной оценки загрязнения открытых водисточников аварийно химически опасными веществами в чрезвычайно опасных ситуациях. – М.: ВНИИ ГОЧС, 1996. – 37 с.
- Методические* указания по проведению годовых расчетов расхода кормов скоту и птице в хозяйствах всех категорий. Утв. приказом Росстата от 5.10.2012 № 516 (www.gks.ru/free_doc/new_site/metod/sx/metkor_y.doc).
- Методические* указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Утв. пред. Гос. ком. РФ по охране окр. среды В.И. Даниловым-Данильяном 29 дек. 1998 г.
- Михайлов С.А.* Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналит. обзор. – Барнаул: День, 2000. – 130 с.
- Михович А.И.* Водоохранные лесонасаждения. – Харьков: Прапор, 1981. – 64 с.
- Моисеев Б.Н., Филиппук А.Н.* Методика МГЭИК для расчета годичного депонирования углерода и оценка ее применимости для лесов России // Лес. хозяйство. – 2009. № 4. – С. 11–13.
- Молчанов А.А.* Водоохранное и почвозащитное значение лесов // 6-е Всесоюз. совещ. по охране природы. – Минск: Наука и техника, 1965. – С. 51–64.
- Молчанов А.А.* Оптимальная лесистость. – М.: Наука, 1966. – 220 с.
- Молчанов А.А.* Влияние леса на окружающую среду. – М.: Наука, 1973. – 359 с.
- Мудров Ю.В.* Мерзлотные явления в криолитозоне равнин и гор. Основные понятия и определения: Ил. энцикл. справ. – М.: Науч. мир, 2007. – 316 с.
- Национальная стратегия* сохранения биоразнообразия. – М.: РАН, МПР России, Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 2001. – 75 с.
- Национальный атлас* почв Российской Федерации / Гл. ред. С.А. Шоба; науч. консультант Г.В. Добровольский; отв. ред. И.О. Алябина, И.С. Урусевская, О.В. Чернова. – М.: Астрель; АСТ, 2011. – 632 с.
- Национальный атлас* России. – М.: Роскартография, 2004–2008. Т. 1–4 (<http://xn--80aaaa1bhnlccci1cl5c4er.xn--p1ai/>).
- Национальный доклад* Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2011 гг. – М., 2013а. Ч. 1. – 421 с.
- Национальный доклад* Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990–2011 гг. – М., 2013б. Ч. 2. Приложения. – 91 с.
- Нормативы* качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектах рыбохозяйственного значения. Утв. приказом Росрыболовства от 18.01.2010 № 20.
- Онучин А.А.* Локальные и региональные контрасты гидрологических функций лесных экосистем // Разнообразии и динамика лесных экосистем России. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2013. – С. 259–264.
- Опрутова Р.В.* Водоохранная роль лесов южного Сихотэ-Алиня. – М.: Наука, 1978. – 96 с.
- Основные* метеорологические параметры (сроки). – [2015]. Свид. гос. рег-ции базы данных № 2014620549 (<http://meteo.ru/data/163-basic-parameters>). [Электронный ресурс]
- Оценка* экосистем на пороге тысячелетия. – Washington, DC: Synthesis. Island Press, 2005.
- Павлов Д.С., Букварёва Е.Н.* Средообразующие функции живой природы и экологоцентрическая концепция природопользования // Экономика экосистем и биоразнообразия: потенциал и перспективы стран Северной Евразии. – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2010. – С. 7–19.
- Павлов Д.С., Стриганова Б.Р., Букварёва Е.Н., Дзгебаудзе Ю.Ю.* Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития. – М.: Ин-т устойчивого развития / Центр экол. политики России, 2009. – 84 с.
- Перечень* рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Утв. приказом Гос. ком. РФ по рыболовству от 28.04.1999 № 96.
- Побединский А.В.* Водоохранная и почвозащитная роль лесов. – М.: Лес. пром-сть, 1979. – 174 с.
- Проблемы* интеграции экосистемных услуг в экономику стран ННГ: Мат-лы междунар. конф. (Москва, 28–29 марта 2011 г.) – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2011.
- Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли в регионах России. Гидрографический аспект. – СПб.: Недра, 2004. – 106 с.
- Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. Северо-Западный федеральный округ России. – СПб.: Недра, 2006. – 102 с.
- Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. Сибирский федеральный округ России. – СПб.: Изд-во Лема, 2010. – 164 с.
- Прокачева В.Г., Усачев В.Ф.* Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водо-

- сборах. Дальневосточный федеральный округ России. – СПб.: Изд-во Лема, 2011. – 110 с.
- Птичников А., Курицын А.* Системы отслеживания происхождения древесины в России: опыт лесопромышленных компаний и органов управления лесами: Аналит. отчет. – М.: WWF России, 2011. – 116 с.
- Пятый национальный доклад «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации».* – М.: МПР РФ, 2015. – 124 с.
- Рахманов В.В.* Водоохранная роль лесов. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 235 с.
- Рахманов В.В.* Влияние лесов на водность рек в бассейне Верхней Волги // Тр. Гидрометеор. н.-и. центра СССР. – 1971. Вып. 88. – 175 с.
- Рахманов В.В.* Водорегулирующая роль лесов. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 192 с.
- Регионы России. Социально-экономические показатели.* 2013: Стат. сб. – М.: Росстат, 2013. – 990 с. (www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156).
- Романовский Н.Н.* Холод Земли. – М.: Просвещение, 1980. – 138 с.
- Савичев О.Г.* Методология оценки фактического и допустимого влияния хозяйственной деятельности на химический состав и качество пресных природных вод // *Фундамент. исслед.* – 2014. № 8. – С. 704–708.
- Свод правил «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах».* СП 25.13330.2012. Утв. приказом Минрегион России № 622 от 29.12.2011. – М., 2012. – 118 с.
- Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России.* 2013: Стат. сб. – М.: Росстат, 2013. – 462 с. (www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138718713500).
- Сельскохозяйственный энциклопедический словарь /* Редкол.: В.К. Месяц (гл. ред.) и др. – М.: Сов. энцикл., 1989. – 656 с.
- Смелянский И.* Роль степных экосистем России в депонировании углерода // *Степ. бюл.* – 2012. № 35. – С. 4–8.
- Состояние охотничьих ресурсов в Российской Федерации в 2008–2010 гг.:* Информ.-аналит. мат-лы / Ред. Н.В. Ломанова // *Охотничьи животные России (биология, охрана, ресурсоведение, рациональное использование).* Вып. 9. – М.: Физ. культура, 2011. – 219 с.
- Степные пожары и управление пожарной ситуацией в степных ООПТ: экологические и природоохранные аспекты.* Аналит. обзор / *Смелянский И.Э., Буйволов Ю.А., Баженов Ю.А. и др.* – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2015. – 144 с.
- Степные регионы России планируют облесение //* *Степ. бюл.* – 2010. № 30. – С. 49–51.
- Стратегия развития охотничьего хозяйства Российской Федерации до 2030 года.* Утв. распоряжением Правительства РФ от 3.07.2014 № 1216-р.
- Стурман В.И.* Экологическое картографирование. – М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
- Сырьевая база российского рыболовства в 2012 году (районы российской юрисдикции):* *Справ.-аналит. мат-лы /* Авт.-сост. М.К. Глубоковский, С.Н. Тарасюк, Л.М. Зверькова и др. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012. – 512 с.
- Тарабрин В.П., Чернышова Л.В., Пельтихина Р.И.* Использование зеленых насаждений для оптимизации среды в зоне загрязнения предприятий черной металлургии // *Растения и промышленная среда: Сб. науч. тр.* – Свердловск: УрГУ, 1984. – С. 101–106.
- Тимова С.В.* Предварительно оценены последствия облесения для склоновых степей Белгородской области // *Степ. бюл.* – 2013. № 38. – С. 33–35.
- Толковый словарь по почвоведению /* Ред. А.А. Роде. – М.: Наука, 1975. 288 с.
- Торговля лесной продукцией.* Статистика по лесной продукции ФАО. – 2012 (www.fao.org/forestry/statistics/80938@180724/ru). [Электронный ресурс]
- Тульская Н.И., Шабалина Н.В.* Математико-картографическое моделирование для оценки туристско-рекреационного потенциала территории (на примере Центрального федерального округа) // *Картография и геоинформатика в исследованиях изменений природной среды и общества: Мат-лы Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию каф. картографии и геоинформатики геогр. фак. МГУ.* – М., 2012 (www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/anniversary/docs/tulskaya.pdf).
- Тумель Н.В., Зотова Л.И.* Геоэкология криолитозоны. – М.: Географ. фак. МГУ, 2014. – 244 с.
- Чернышенко О.В.* Поглотительная способность и газостойчивость древесных растений в условиях города: Дис. ... д-ра биол. наук. – М.: Моск. гос. ун-т леса, 2001.
- Чижмакова Т.В.* Учет влияния лесистости водосбора на слой стока за половодье // *Тр. Центр. высотной гидрометеорологической обсерватории.* Вып. 2. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – С. 65–76
- Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г.* Углеродный бюджет лесов России // *Сибир. лес. журн.* – 2014. № 1. – С. 69–92.
- Ширкова Е.Э., Ширков Э.И.* Экономическая оценка биологического разнообразия эксплуатируемых объектов живой природы (на примере внутривидового разнообразия тихоокеанских лососей) // *Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Докл. VI науч. конф.* – Петропавловск-Камчат.: Камчатпресс, 2006. – С. 151–173.
- Шпак И.С.* Влияние леса на водный баланс водосборов. – Киев: Наукова думка, 1968. – 283 с.
- Экономика сохранения биоразнообразия.* – М.: МПР РФ, 1995. – 296 с.
- Экономика сохранения биоразнообразия: Справочник /* Ред. А.А. Тишков; науч. ред.-сост. С.Н. Бобылев, О.Е. Медведева, С.В. Соловьева. – М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия»; Ин-т экономики природопользования, 2002. – 604 с.
- Экономика экосистем и биоразнообразия: потенциал и перспективы стран Северной Евразии: Мат-лы совещ. «Проект ТЕЕВ – экономика экосистем и биоразнообразия: перспективы участия России и других стран ННГ» (Москва, 24.02.2010)* – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2010. – 136 с.

- Экономическая оценка биоразнообразия* / Ред. С.Н. Бобылев, А.А. Тишков. – М.: ЦПРП, Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 1999. – 112 с.
- Circumpolar active layer monitoring*. – 2015 (www.gwu.edu/~calm). [Электронный ресурс]
- Clough P. The value of ecosystem services for recreation // Dymond J.R. (ed.) *Ecosystem services in New Zealand – conditions and trends*. – Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand, 2013. – P. 330–342 (www.landcareresearch.co.nz/_data/assets/pdf_file/0019/77050/2_4_Clough.pdf).
- Costanza R. Ecosystem services: multiple classification systems are needed // *Biological Conservation*. – 2008. No. 141. – P. 350–352.
- 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.
- Daily G. *Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems*. – Washington, D.C.: Island Press. – 1997.
- Dolman A.J., Shvidenko A., Schepaschenko D. et al. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods // *Biogeosciences*. – 2012. No. 9. – P. 5323–5340.
- Efremov S.P., Efremova T.T., Melentyeva N.V. Carbon storage in peatland ecosystems // Alexeyev V.A., Birdsey R.A. (eds.) *Carbon storage in forests and peatlands of Russia*. – Radnor: USDA Forest Service, 1998. – P. 69–76.
- Egoh B., Drakou E.G., Dunbar M.B. et al. Indicators for mapping ecosystem services: a review. Rep. EUR25456EN. – Luxembourg: Publ. Office EU, 2012. – 113 p.
- Haines-Young R., Potschin M. *Common international classification of ecosystem services (CICES): Consultation on Version 4, August–December 2012*. – EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003. – 2013.
- Harris I., Jones P.D., Osborn T.J., Lister D.H. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 dataset // *Intern. J. Climatology*. – 2014. V. 34. No. 3. – P. 623–642.
- Lohan D., Johnston S. *The international regime for bio-prospecting. Existing policies and emerging issues for Antarctica*. – UNU/IAS Report. 2003. – 25 p.
- Jolankai G. *Modelling of non-point source pollution // Application of ecological modelling in environmental management*. – Amsterdam: Elsevier, 1983. – P. 283–379.
- Jolankai G. *Hydrological, chemical and biological processes of contaminant transformation and transport in river and lake system: State-of-the-art report*. – Paris: UNESCO, 1992. – 147 p.
- Joosten H. *The global peatland CO₂ picture: peatland status and drainage related emissions in all countries of the world*. – Wetland International, 2009. – 35 p.
- Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Six J., Kuzyakov Y. Carbon cost of collective farming collapse in Russia // *Global Change Biology*. – 2014. V. 20. – P. 938–947.
- Maes J., Paracchini M.L., Zulian G. *A European assessment of the provision of ecosystem services. Towards an atlas of ecosystem services*. – Luxembourg: Publ. Office EU, 2011.
- Maes J., Teller A., Erhard M. et al. *Mapping and assessment of ecosystems and their services. An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020*. – Luxembourg: Publ. Office EU, 2013. – 57 p.
- Martinez-Harms B., Balvanera P. *Methods for mapping ecosystem service supply: a review // Intern. J. Biodiversity Sci., Ecosystem Services & Management*. – 2012. No. 8. – P. 17–25.
- Nahuelhual L., Carmona A., Lozada P. et al. *Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile // Applied Geography*. – 2013. V. 40. – P. 71–82.
- NEESPI. 2004. *The Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative. Science plan. 3.1. Terrestrial ecosystem dynamics* (www.neespi.org). [Электронный ресурс]
- Parish F., Sirin A., Charman D. et al. *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change: main report*. – Kuala Lumpur: Global Environment Centre, and Wageningen: Wetlands International, 2008. – 206 p.
- Romanovsky V.E., Drozdov D.S., Oberman N.G. et al. *Thermal state of permafrost in Russia // Permafrost and Periglacial Processes*. – 2010. V. 21. No. 2. – P. 136–155.
- Rozhkov V.A., Wagner V.B., Kogut B.M. et al. *Soil Carbon estimates and soil carbon map for Russia. Working paper. WP-96-60*. – IIASA, Laxenburg, Austria, 1996. – 44 p.
- Smith L.C., MacDonald G.M., Velichko A.A. et al. *Siberian peatlands a net carbon sink and global methane source since the Early Holocene // Science*. – 2004. V. 303. – P. 353–356.
- Sohngen B., Andrasko K., Gytarsky M. et al. *Stocks and flows. Carbon inventory and mitigation potential of the Russian forest and land base*. – World Resources Institute, 2005. – 52 p.
- Stolbovoi V. *Carbon in Russian soils // Climate Change*. – 2002. V. 55. – P. 131–156.
- Stolbovoi V., McCallum I. *Land resources of Russia (CD-ROM)*. – Laxenburg, Austria: Intern. Inst. Applied Systems Analysis & Russ. Acad. Sci., 2002 (http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/russia_cd/guide.htm). [Электронный ресурс]
- TEEB – *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the economics of nature. A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. – Malta: Progress Press, 2010a. – 49 p.
- TEEB – *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and economic foundations / Ed. P. Kumar*. – London: Earthscan, 2010b. – 456 p. (www.teebweb.org/our-publications/teeb-study-reports/ecological-and-economic-foundations).
- Walker J., Glover A. *Recreation in the Uplands // Haines-Young R., Potschin M. Upland ecosystem services. Report to Natural England*. 2009. – P. A4: 1–18 (www.nottingham.ac.uk/CEM/pdf/Upland%20Ecosystem%20Services_FinalReport_080409.pdf).
- Yu-shi M., Datong N., Guang X. et al. *An assessment of the economic losses resulting from various forms of environmental degradation in China*. – Cambridge: Amer. Acad. Arts and Sci., Univ. Toronto, 1997.

УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

- Бобылёв Сергей Николаевич**, экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
докт. экон. наук, профессор
- Букварёва Елена Николаевна**, Центр охраны дикой природы, Институт проблем экологии
и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, докт. биол. наук
- Грабовский Василий Исаакович**, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
канд. биол. наук
- Григорян Армен Рафаелович**, Центр охраны дикой природы
- Данилкин Алексей Алексеевич**, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова
РАН, докт. биол. наук
- Дгебуадзе Юрий Юлианович**, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
докт. биол. наук, академик
- Дроздов Александр Владимирович**, Институт географии РАН, канд. геогр. наук
- Замолодчиков Дмитрий Геннадьевич**, биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, докт. биол. наук, профессор
- Зименко Алексей Владимирович**, Центр охраны дикой природы
- Краев Глеб Николаевич**, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
канд. геогр. наук
- Нарыков Алексей Николаевич**, Центр охраны дикой природы
- Перелет Ренат Алексеевич**, Институт системного анализа РАН, докт. экон. наук
- Смелянский Илья Эдуардович**, Сибэкоцентр
- Стриганова Белла Рафаиловна**, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова
РАН, докт. биол. наук, профессор, член-корр. РАН
- Тишков Аркадий Александрович**, Институт географии РАН, докт. геогр. наук, профессор
- Филенко Олег Фёдорович**, биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
докт. биол. наук, профессор
- Хорошев Александр Владимирович**, географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова,
канд. геогр. наук
- Bastian Olaf**, Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development (IÖR Dresden),
Dr. habil.
- Grunewald Karsten**, Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development (IÖR Dresden),
Dr. habil.



Центр охраны дикой природы

Благотворительный фонд «Центр охраны дикой природы» (ЦОДП) – российская негосударственная профессиональная природоохранная организация, основанная в 1992 г. группой представителей Движения дружин по охране природы и учрежденная Социально-экологическим союзом.

Центр охраны дикой природы занимается решением природоохранных задач на территории России и сопредельных стран: разрабатывает и осуществляет природоохранные проекты в Северной Евразии; оказывает поддержку заповедникам, национальным паркам и другим охраняемым природным территориям (ООПТ); разрабатывает инновационные технологии сохранения живой природы; оказывает информационную, методическую и консультационную поддержку природоохранным инициативам и способствует координации их действий.

Основные программы и проекты ЦОДП ориентированы на достижение практических результатов в решении социально значимых экологических проблем: «Экосистемные услуги (ТЕЕВ Россия)», «Совершенствование управления ООПТ», «Марш парков», «Фонд имени Ф.Р. Штильмарка», «Наука и искусство – экологическому образованию», «Фонд возрождения лесов», «Сеть дикой природы», «Информационное обеспечение природоохранной деятельности», «ООПТ России: информационно-справочная система», «Окский каньон», «Командоры», «Морские побережья», «Усынови заказник», «Устойчивое жизнеобеспечение населения на ООПТ», «Состояние природных сообществ: дистанционный анализ», «Сохраним русскую выхухоль!», «Грызуны Северной Евразии: природоохранные приоритеты», «Информационное обеспечение сохранения сайгака» и др.

Адрес: Москва 117312, ул. Вавилова, д. 41, офис 2

Тел./факс: +7 (499) 124 71 78

Электронная почта: biodivers@biodiversity.ru

Интернет: www.biodiversity.ru; www.oopt.info



Leibniz Institute of
Ecological Urban and
Regional Development

Институт экологического территориального развития им. Лейбница

Институт экологического территориального развития им. Лейбница (Дрезден) основан 1 января 1992 г. Финансируется Федеральным правительством Германии и Правительством Саксонии. Более 100 сотрудников института участвуют в формировании научных основ устойчивого развития городов и регионов с особым вниманием к экологическим проблемам.

Основные направления исследований и проектных разработок института: анализ изменений ландшафтов в городах и регионах с учетом экосистемных услуг; методы повышения эффективности зданий и инфраструктуры при использовании земельных, энергетических и других материальных ресурсов; оценка рисков для городского и регионального развития от стихийных бедствий, изменений климата и формирование инструментов для их предотвращения; методы обследования, мониторинга и прогнозирования состояния землепользования; прогнозные методики для формирования требований к застройке как важной движущей силы в городском и региональном развитии; анализ взаимосвязей между экономическими, институциональными и правовыми механизмами и поведением субъектов в контексте экологического городского и регионального развития.

Результаты работы института доступны для общества и органов власти.

Адрес: Weberplatz 1, 01217 Dresden

Тел./факс: +49 (0)351 46 79 210 / +49 (0)351 46 79 212

Интернет: www.ioer.de

ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ РОССИИ

ПРОТОТИП НАЦИОНАЛЬНОГО ДОКЛАДА

Том 1

Услуги наземных экосистем

Редакторы-составители:
Е.Н. Букварёва, Д.Г. Замолодчиков

Авторский коллектив:
*С.Н. Бобылёв, Е.Н. Букварёва, В.И. Грабовский, А.А. Данилкин, Ю.Ю. Дгебуадзе,
А.В. Дроздов, Д.Г. Замолодчиков, Г.Н. Краев, А.Н. Нарыков, Р.А. Перелет,
И.Э. Смелянский, Б.Р. Стриганова, А.А. Тишков, О.Ф. Филенко, А.В. Хорошев*

Ответственный за выпуск и редактор *А.В. Зименко*

Корректор *Н.И. Маркелова*
Обложка *Е.Н. Букварёвой*
Компьютерная верстка:
Е.Н. Букварёва, А.В. Зименко

Подписано в печать 15.12.2016. Формат 60x84/8.
Гарнитура «Noto Sans». Бумага мелованная. Печать офсетная.
Уч.-изд. л. 14,8. Усл. печ. л. 17,2.
Тираж 300 экз. Заказ 1074/18.

Благотворительный фонд «Центр охраны дикой природы»
117312 Москва, ул. Вавилова, д. 41, офис 2
Тел./факс: 8 (499) 124-71-78
biodivers@biodiversity.ru
www.biodiversity.ru

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт»: 170546, Тверская область,
Промышленная зона Боровлево-1, комплекс № 3А.
www.pareto-print.ru



