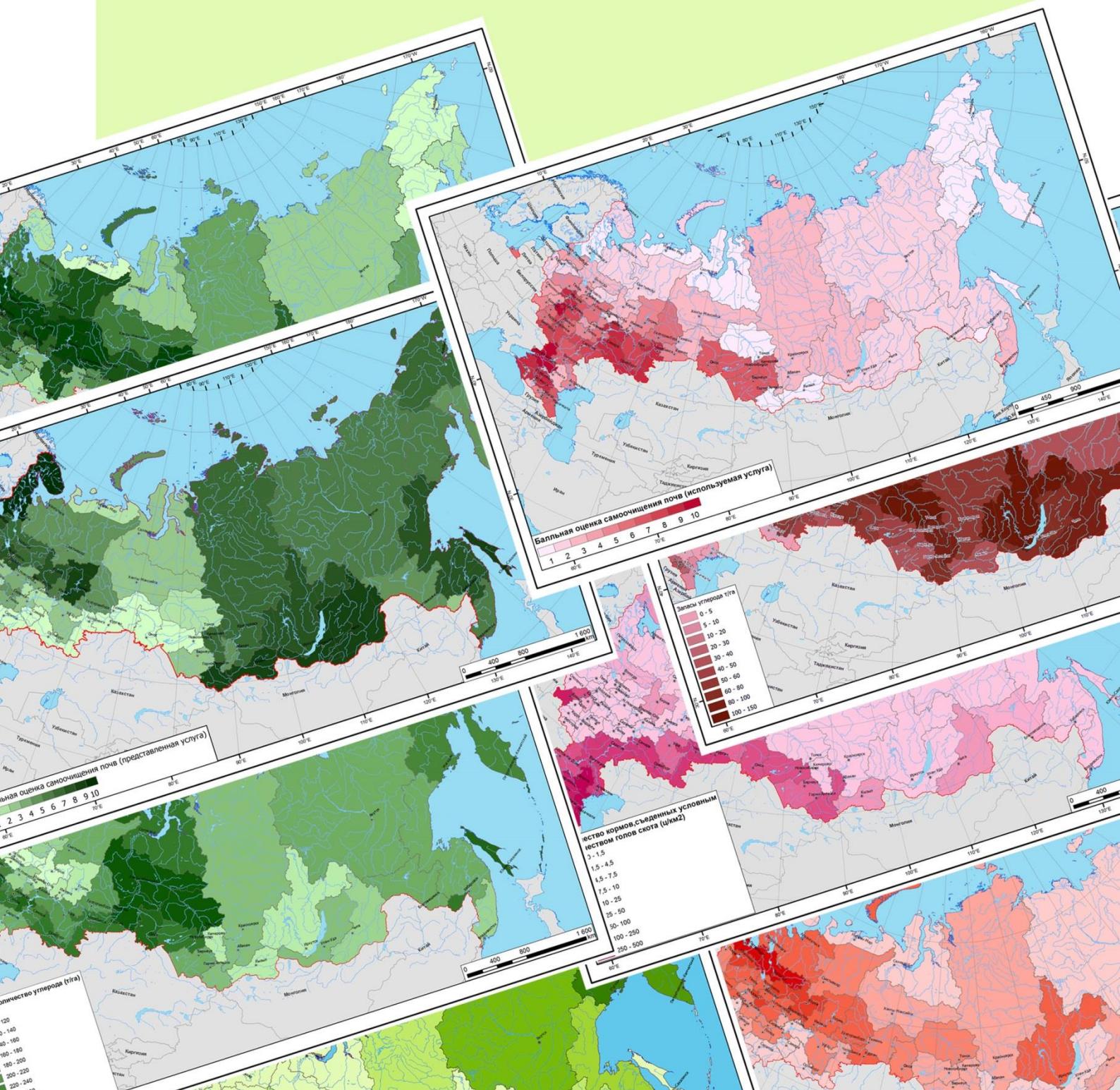


Экосистемные услуги России

Том 1

Услуги наземных экосистем

Прототип Национального доклада



**Проект ТЕЕВ-Russia. Том 1.
Центр охраны дикой природы (Москва)**

Институт экологического городского и регионального развития им. Лейбница (Дрезден)

Участвующие организации

Российская Академия наук: Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова; Институт географии, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, Институт системного анализа

Московский государственный университет им.М.В. Ломоносова: Биологический факультет, Географический факультет, Экономический факультет

Государственная поддержка:

Федеральное Министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии

Федеральное ведомство Германии по охране природы (BfN, Г. Шмаудер)

Министерство природных ресурсов и экологии России

Директор проекта – А.В. Зименко

Координатор проекта – А.Р. Григорян

**Экосистемные услуги России
Том.1**

Услуги наземных экосистем

Прототип Национального доклада

Редакторы-составители:

Е.Н. Букварева

Д.Г. Замолодчиков

Авторы:

С.Н. Бобылев,	Г.Н. Краев,
Е.Н. Букварева,	А.Н. Нарыков,
В.И. Грабовский,	Р.А. Перелет,
А.А. Данилкин,	Б.Р. Стриганова,
Ю.Ю. Дгебуадзе,	А.А. Тишков,
А.В. Дроздов,	О.Ф. Филенко,
Д.Г. Замолодчиков	А.В. Хорошев

Внешние эксперты:

К. Груневальд,

О. Бастиан

Составление карт:

А.Н. Нарыков

Москва – 2015

Участники проекта

Бобылев Сергей Николаевич, Экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор, д.э.н.

Букварева Елена Николаевна, Центр охраны дикой природы, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, д.б.н.

Грабовский Василий Исаакович, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, к.б.н.

Григорян Армен Рафаэлович, Центр охраны дикой природы.

Данилкин Алексей Алексеевич, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова, д.б.н.

Дгебуадзе Юрий Юлианович, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, д.б.н., академик

Дроздов Александр Владимирович, Институт географии РАН, к.г.н.

Замолодчиков Дмитрий Геннадьевич, Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, профессор, д.б.н.

Зименко Алексей Владимирович, Центр охраны дикой природы.

Краев Глеб Николаевич, Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, к.г.н.

Нарыков Алексей Николаевич, Центр охраны дикой природы.

Перелёт Ренат Алексеевич, Институт системного анализа РАН, д.э.н.

Стриганова Белла Рафаиловна, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, профессор, член-корр. РАН

Тишков Аркадий Александрович, Институт географии РАН, д.б.н., профессор

Филенко Олег Федорович, Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, д.б.н., профессор

Хорошев Александр Владимирович, Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, к.г.н.

Grunewald Karsten, Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development (IÖR Dresden)

Bastian Olaf, Leibniz Institute of Ecological Urban and Regional Development (IÖR Dresden)

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА «ЭКОСИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ РОССИИ (НАЗЕМНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ)»	6
1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	8
1.1. Экосистемные услуги и природный капитал	8
1.2. Этапы формирования и идентификации экосистемных услуг: структуры и процессы – функции – услуги – польза и ценность	8
1.3. Классификация экосистемных услуг	10
2. МЕТОДИКА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	15
2.1. Основные источники данных	15
2.2. Единицы оценки – субъекты Федерации	15
2.3. Методы оценки экосистемных услуг и картографическое обеспечение	16
2.4. Оценка экосистемных услуг по трем показателям: предоставленному, необходимому и используемому объемам услуги	18
2.5. Площадь природных экосистем в субъектах Федерации	23
3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В РОССИИ	24
3.1. Продукционные услуги	24
3.1.1. Продукция древесины	24
3.1.2. Недревесная продукция леса и других наземных экосистем	27
3.1.3. Производство корма для скота на природных пастбищах	30
3.1.4. Продукция пресноводных экосистем, прежде всего, рыбы	34
3.1.5. Охотничья продукция	35
3.1.6. Производство меда на природных лугах	38
3.2. Средообразующие услуги	39
3.2.1. Услуги по регулированию климата и атмосферы	39
3.2.1.1. Биогеохимические механизмы регуляции климата	39
3.2.1.2. Биогеофизические механизмы регуляции климата живой природой	44
3.2.1.3. Очистка воздуха растительностью	45
3.2.2. Услуги по регулированию гидросферы	49
3.2.2.1. Регуляция гидрологического режима территорий, стока воды, снижение интенсивности и ущерба от наводнений.	49
3.2.2.2. Обеспечение качества воды наземными экосистемами	66
3.2.2.3. Очищение вод в природных водоемах.	72
3.2.2.2. Услуги по формированию и защите почв	80
3.2.3.1. Защита почв от ветровой и водной эрозии; предотвращение пыльных бурь и оползней	80
3.2.3.2. Формирование биопродуктивности почв	93
3.2.3.3. Самоочищение почв от загрязнений	94
3.2.3.4. Регуляция криогенных процессов	97
3.2.4. Услуги по регулированию биологических процессов, важных для экономики и безопасности	103
3.2.4.1. Контроль численности отдельных видов, имеющих важное хозяйственное значение	103
3.2.4.2. Контроль численности отдельных видов, имеющих важное медицинское значение (компоненты природных очагов заболеваний, переносчики заболеваний).	106
3.3. Информационные экосистемные услуги	107
3.3.1. Генетические ресурсы природных видов и популяций	107
3.3.2. Информация о структуре и функционировании природных систем, которая может быть использована человеком	110
3.3.3. Эстетическое и познавательное значение природных систем	112
3.3.4. Этическое, духовное и религиозное значение природных систем	114
3.4. Рекреационные экосистемные услуги	115
3.4.1. Формирование природных условий для ежедневного отдыха рядом с домом, для воскресного отдыха и дачной рекреации	116
3.4.2. Формирование природных условий для туризма на природе	117
3.4.3. Формирование природных условий для оздоровительного отдыха на курортах.	121
3.5. Сопоставление регионов: соотношение природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуг	123
4. МАСШТАБЫ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И ПОДХОДЫ К РАЙОНИРОВАНИЮ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ РОССИИ	128
4.1. Проблема масштаба экосистемных услуг России	128
4.2. Ландшафтные услуги	131
4.3. Подходы к районированию	132

4.3.1. Методы районирования, применимые к экосистемным услугам России	132
4.3.2. Подходы к районированию на примере экосистемных услуг по защите почв от эрозии	135
4.3.3. Подходы к районированию на примере услуг по регулированию гидросферы	143
4.3.4. Подходы к районированию на примере услуг по формированию природных условий для туризма: пример районирования на основе балльных оценок	150
5. ОПЫТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ В РОССИИ	153
6. ЗНАЧЕНИЕ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ И МИРА	155
6.1. Значение экосистемных услуг для экономики и благополучия населения России	155
6.2. Глобальное значение функций российских экосистем	156
7. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ В РОССИИ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ, МОНИТОРИНГА И ИНТЕГРАЦИИ ЦЕННОСТИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ В ЭКОНОМИКУ И ПРОЦЕСС ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	159
7.1. Краткая характеристика современной практики управления экосистемными услугами в России	159
7.2. Принципы комплексной оценки и использования экосистемных услуг	163
7.3. Предварительные требования к системе оценки, мониторинга и управления экосистемными услугами	164
ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕРМИНЫ В ОБЛАСТИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ	166
ЛИТЕРАТУРА	181

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 было 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 года, 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 (Дрезден) выполняется аналитический проект «ТЕЕВ-Russia. Экосистемные услуги наземных экосистем России: первые шаги». Поддержку проекта оказывают Федеральное Министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Германии, Федеральное ведомство Германии по охране природы и Министерство природных ресурсов и экологии России.

Настоящий проект направлен на продвижение России в выполнении Стратегического плана КБР и формирование национальной системы устойчивого природопользования и сохранения биоразнообразия.

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 реализации проекта (2013-2015 гг.) создан 1-й том Прототипа Национального доклада, посвященный характеристике услуг наземных экосистем России.

Основными задачами первого этапа проекта являлись следующие:

- разработка предварительной классификации экосистемных услуг для России;
- демонстрация различных подходов к оценке экосистемных услуг на федеральном уровне;
- анализ имеющихся данных и формирование предварительного списка необходимых данных для оценки экосистемных услуг на федеральном уровне,
- разработка предложений по районированию территории страны в целях развития системы оценки, мониторинга и управления экосистемными услугами
- демонстрация необходимости включения экосистемных услуг в поле правового и государственного регулирования.

Учитывая ограниченные ресурсы проекта, Прототип доклада не может претендовать на корректную оценку экосистемных услуг, а лишь демонстрирует их важность для социально-экономического развития страны и возможные подходы к их оценке. **Все представленные в Прототипе доклада оценки являются лишь иллюстрациями возможных подходов и должны быть существенно уточнены и откорректированы для их использования в процессе принятия решений.**

Задача формулирования конкретных рекомендаций по мониторингу и использованию экосистемных услуг России на первом этапе проекта не ставилась, так как такие рекомендации могут быть сформулированы только с учетом состояния и возможных изменений биологического разнообразия и природных систем, обеспечивающих выполнение 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 ставилась, 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 доклада приведен ряд примеров экономической оценки экосистемных услуг России. На следующем этапе проекта планируется провести анализ применимости современных методов экономической оценки экосистемных услуг к оценкам и данным, доступным в настоящее время для территории России.

В томе 1 Прототипа Национального доклада охарактеризованы услуги наземных природных экосистем. Задача оценки преобразованных человеком экосистем и ландшафтов не ставилась. Общие принципы оценки ландшафтных услуг, в том числе услуг преобразованных человеком ландшафтов будут рассмотрены на следующем этапе проекта.

На 2016-2018 гг. запланировано выполнение второго этапа проекта. Работа будет сосредоточена на роли биоразнообразия и природных систем (популяций, видов, экосистем) в поддержании экосистемных услуг. Такое направление работы обеспечит возможность корректно сформулировать принципы рационального использования природных систем России и определить требования для национальной системы мониторинга и оценки биоразнообразия и экосистемных услуг. Эти результаты планируется оформить в качестве тома 2 Прототипа Национального доклада «Значение биологического разнообразия наземных экосистем России для поддержания экосистемных услуг и принципы национальной системы управления природными системами».

1. Классификация экосистемных услуг

1.1. Экосистемные услуги и природный капитал

Природный капитал понимается как экономическая метафора для запасов природных ресурсов Земли. Основные компоненты природного капитала показаны на рис. 1.1.1 (Maes, 2013)

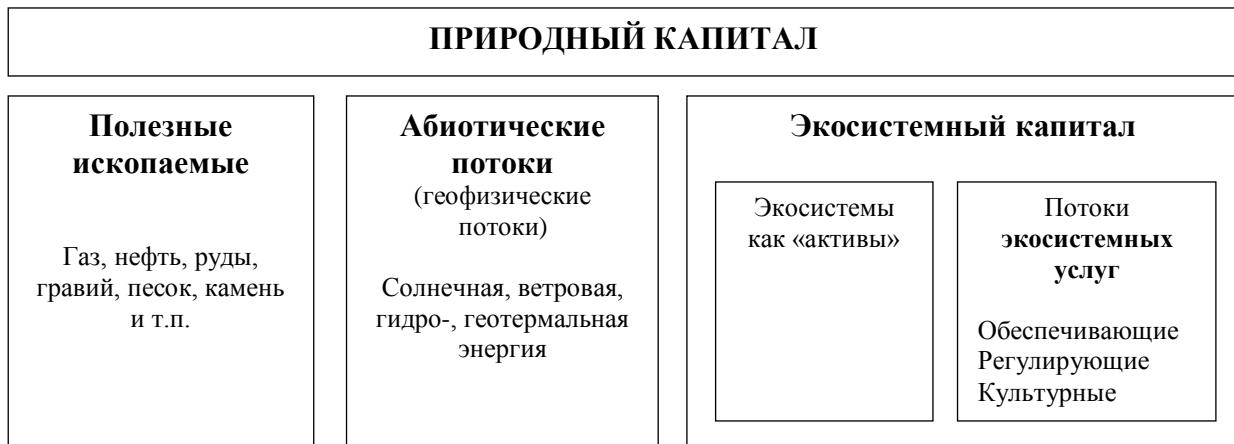


Рис. 1.1.1. Основные компоненты природного капитала (Maes, 2013, с изменениями)

В данном проекте речь идет только об экосистемных услугах. Другие компоненты природного капитала - полезные ископаемые, абиотические потоки, экологические структуры как таковые - не рассматриваются.

1.2. 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 систем. Концепция «экосистемных услуг» берет начало в работах экологов второй половины XX в., но широкое внимание общественности и чиновников к этой концепции было привлечено после работ (Costanza et al., 1997; Daily, 1997), в которых была сформулирована система понятий и даны первые оценки возможной стоимости экосистемных услуг. Особенно интенсивно исследования в области экосистемных услуг развивались в последние 10 лет (Fisher et al, 2009).

Различаются следующие этапы формирования и идентификации экосистемных услуг и оценки их ценности для человека (рис. 1.2.1):

- **экологические структуры и процессы** – характеристики экологических структур, биоразнообразия, частных экологических процессов (примеры экологических процессов приведены в табл. 1.2.1); в ряде классификаций экологические процессы и экосистемные функции называются поддерживающими или промежуточными услугами (например, в классификации проекта «Оценка экосистем на пороге тысячелетия», 2005), собственно экосистемные услуги называются финальными услугами

- **экосистемные функции** (в зарубежной традиции используется термин промежуточные экосистемные услуги) – обобщенные экосистемные функции, которые могут быть полезны для человека и их можно считать потенциальными экосистемными услугами;

- **экосистемные услуги** – экосистемные функции, которые могут быть полезны для человека, учитывая наличие потребителей данных услуг; услуг без потребителей или получателей благ не бывает;

- **виды пользы или прибыли, получаемой людьми** от экосистемных услуг (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.

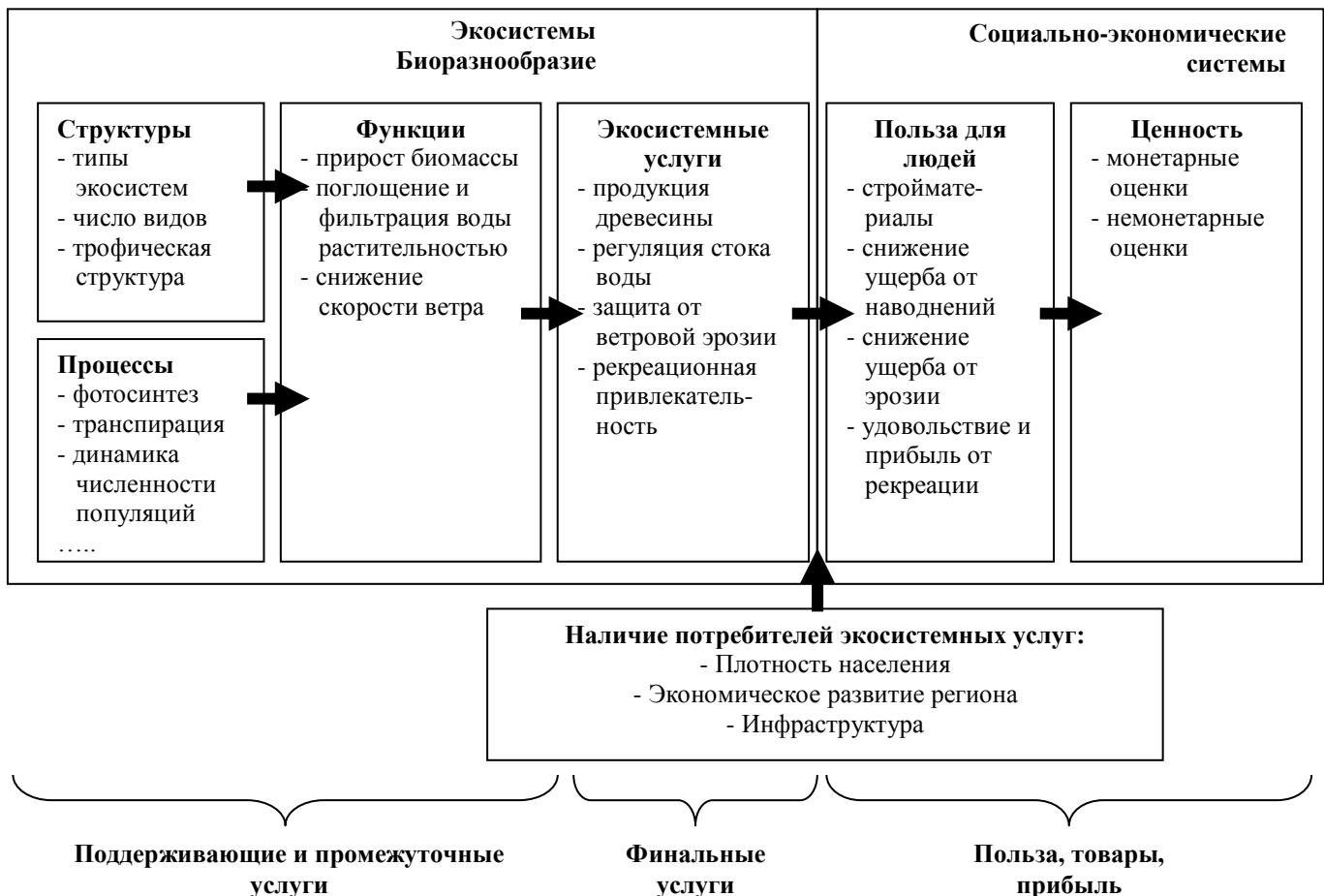


Рис. 1.2.1. Этапы формирования и идентификации экосистемных услуг и определения их ценности (Haines-Young, Potschin, 2011, CICES 2013)

Таблица 1.2.1. Примеры экосистемных процессов и функций (TEEVB, 2010)

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

Что касается последних этапов процесса, показанного на рис. 1.2.1, 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 оценки 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 риска того, что реальные экологические издержки не будут учтены, например, при принятии решений относительно использования 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 важности сохранения природных экосистем страны в целом.

В данном проекте 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, транспирацию, 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.

1.3. Классификация экосистемных услуг

К сегодняшнему дню 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, необходимо их представлять в едином формате (именно как экосистемные услуги ландшафтов) 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: средства труда (земля, водные пути, вода для орошения), источники энергии (горючие ископаемые, энергия стока рек, ветра, топливо для АЭС, 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. Известный российский эколог Н.Ф. Реймерс в своем словаре-справочнике «Природопользование» (Реймерс, 1990) в понятийное «гнездо» природных ресурсов поместил 52 определения, включив в него, наряду с традиционными группами ресурсов (минеральные, лесные, водные, охотничьи, растительные, рекреационные и др.) и такие, восприятие которых как ресурсов требует дополнительного объяснения - территориальные, туризма, генетические, экологические, качества жизни, природной среды, лечебные, эстетические, продовольственные и др.). Важно, что именно такое, расширенное понятие экосистемных услуг как стратегического ресурса позволяет более полно проводить оценку природного капитала страны и разрабатывать стратегию ее устойчивого развития. Например, многие страны, обладая высоким потенциалом для развития туризма и рекреации, диверсифицируют свою экономику в этом направлении, снижая нагрузки на другие, в первую очередь исчерпаемые, ресурсы.

В настоящее время имеется 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 им 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 приедены в Таблице 1.3.1.

Таблица 1.3.1. Соотношение экосистемных услуг в международных классификациях и классификации Национальной стратегии сохранения биоразнообразия России. Главные различия выделены красным цветом.

	«Оценка экосистем на пороге тысячелетия»	ТЕЕВ	CICES v 4.3	Стратегия сохранения биоразнообразия России
Обеспечивающие услуги Производственные 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 промысла Продукция природных сенокосов и пастбищ
	Пресная вода	Вода	<i>Вода для питья (питание)</i> <i>Вода не для питья (материалы)</i>	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 промысла Биомасса, изымаемая в ходе промысла
	Генетические ресурсы	Генетические ресурсы	<i>Биомасса (генетические материалы из любых организмов)</i>	ОТНОСИТСЯ К ИНФОРМАЦИОННЫМ УСЛУГАМ
	Бохимические 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 промысла
	Декоративные ресурсы	Декоративные ресурсы	Биомасса (волокна и другие материалы из растений, водорослей и животных для	Недревесная продукция леса Биомасса, изымаемая в ходе рыбного и охотничьего

			непосредственного использования и обработки)	промышлена
			Биомасса для получения энергии	Древесина на дрова
			<i>Механическая энергия животных</i>	<i>НЕТ</i>
Регулирующие услуги (TEEB) Регулирующие и поддерживающие 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 воды	Регулирование стока воды	Регулирование жидких потоков	Регулирование стока воды
		Смягчение экстремальных явлений		Смягчение экстремальных явлений
	Регулирование эрозии	Предотвращение эрозии	Регулирование потоков твердого вещества	Формирование и защита почв 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			
Культурные услуги Информационные услуги	<i>Первичная продуктивность Циклы веществ (поддерживающая услуга)</i>			<i>НЕТ</i>
		<i>Поддержание жизненных циклов мигрирующих видов, включая угодья для выращивания молоди</i>	<i>Поддержание жизненных циклов, защита местообитаний и генных пулов</i>	<i>НЕТ</i>
		<i>Поддержание генетического разнообразия, особенно – защита генетических пулов</i>	<i>Поддержание жизненных циклов, защита местообитаний и генных пулов</i>	<i>НЕТ</i>
	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 экотуризм	Рекреация и туризм	Физические взаимодействия, опыт	<i>НЕТ</i>
	Знания и значение для образования	Информация для когнитивного развития	Интеллектуальные взаимодействия, другие культурные выходы (существование, наследие)	Информационные функции, включая генетическую информацию.

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 обединяют 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 использование 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 доклада об экосистемных услугах России.

Для формирования системы оценки, мониторинга и использования экосистемных услуг России выделить их три основные группы – **производственные, средообразующие, информационные** услуги и группу **рекреационных** услуг, имеющих комплексный характер и зависящих от экосистемных функций всех трех первых групп (Табл. 1.3.2).

Таблица 1.3.2. Классификация услуг наземных экосистем России

<i>Категория</i>	<i>Определение</i>	<i>Услуги</i>
Производственные	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, в том числе рыбы 5. Охотничья продукция 6. Производство меда на природных лугах
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 <ol style="list-style-type: none"> 1.1.1. Хранение запасов углерода 1.1.2. Регуляция потоков парниковых газов 1.2. Биогеофизическая регуляция климата: <ul style="list-style-type: none"> - 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). 1.3. Очистка воздуха растительностью (поглощение загрязнений и пылеосаждение) <p>2. Услуги по регулированию гидросферы</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Водоохраные и водорегулирующие услуги: <ol style="list-style-type: none"> 2.1.1. Обеспечение объема стока воды 2.1.1. Регуляция вариабельности (стабилизация) стока воды, снижение интенсивности и ущерба от наводнений. 2.2. Обеспечение качества воды наземными экосистемами (в т.ч. «биогеохимические барьеры» растительности и почв на пути водной миграции поллютантов) 2.3. Очищение воды в природных водоемах (самоочищение воды и разбавление).

		<p>3. Услуги по формированию и защите почв</p> <p>3.1. Защита почв от эрозии</p> <p>3.1.1. Защита почв от водной эрозии</p> <p>3.1.2. Защита почв от ветровой эрозии, предотвращение пыльных бурь</p> <p>3.1.3. Предотвращение ущерба от сноса грунта в водоемы</p> <p>3.1.4. Предотвращение ущерба от оползней и селей</p> <p>3.2. Формирование биопродуктивности почв</p> <p>3.3. Самоочищение почв от загрязнений</p> <p>3.4. Регулирование криогенных процессов.</p> <p>4. Услуги по регулированию биологических процессов, важных для экономики и безопасности</p> <p>4.1. Контроль численности отдельных видов, имеющих важное хозяйственное значение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вредителей сельского хозяйства; - вредителей леса; - опылителей; - инвазийных и синантропных видов. <p>4.2. Контроль численности отдельных видов, имеющих важное медицинское и медико-биологическое значение (компоненты природных очагов заболеваний), включая мигрирующие виды</p> <p><i>Услуги по уменьшению интенсивности экстремальных природных явлений и сокращению ущерба от них распределены между группами 2.1-2.3</i></p> <p><i>Услуги по биологической очистке (ассимиляционные услуги) распределены между группами 2.1-2.3</i></p>
Информационные	Полезная для человека информация и другие нематериальные блага	<p>1. Генетические и биохимические ресурсы природных видов и популяций</p> <p>2. Информация о структуре и функционировании природных систем, которая может быть использована человеком</p> <p>3. Эстетическое и познавательное значение природных систем.</p> <p>4. Этическое, духовное, религиозное значение природных систем.</p>
Рекреационные	Формирование природных условий для отдыха людей, совмещающее в себе компоненты из трех первых групп	<p>Формирование природных условий для следующих видов отдыха:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. для ежедневного отдыха рядом с домом; 2. для воскресного отдыха и пикников, дачной рекреации, любительской рыбалки, сбора грибов и ягод (не включая профессиональные заготовки недревесной продукции); 3. для познавательного туризма на природе; 4. для активного туризма на природе, спортивной рыбалки и охоты; 5. для оздоровительного отдыха на курортах (кроме морского побережья).

Подходы к классификации услуг, связанные с масштабом их действия и с масштабами обеспечивающих их природных систем, рассмотрены в разделе 4.

2. Методика предварительной оценки экосистемных услуг

2.1. Основные источники данных

На данном этапе проекта в качестве основных источников используются открытые общедоступные базы данных и опубликованные статистические сборники и исследования.

1. Базы данных Федеральной службы государственной статистики:

- «Регионы России»: http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_14p
- «Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России» http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_38/Main.htm

2. Цифровые картографические материалы проекта «Земельные ресурсы России» (Stolbovoi V., and I. McCallum, 2002. CD-ROM "Land Resources of Russia", International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science, Laxenburg, Austria. совместный проект РАН и IIASA, The International Institute for Applied Systems Analysis, научный координатор - Владимир Столбовой, технический координатор Ian McCallum http://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/russia_cd/download.htm

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

4. Национальный атлас России. 2004—2008. Федеральное агентство геодезии и картографии России.

5. Национальный атлас почв Российской Федерации. Главный редактор чл.-корр. РАН С.А. Шоба. М.: Астрель: АСТ, 2011. 632 с.

6. Статистические и аналитические сборники по ряду биоресурсов:

- Состояние охотничьих ресурсов в Российской Федерации в 2008-2010 гг. Информационно-аналитические материалы. Ред. Н.В. Ломанова // Охотничьи животные России (биология, охрана, ресурсоведение, рациональное использование) Выпуск 9. М.: Физическая культура, 2011. 219 с.
- Егошина Т.Л. Недревесные растительные ресурсы России. М.: НИА-Природа. 2005. 80 с.
- Сырьевая база российского рыболовства в 2012 году (районы российской юрисдикции) (справочно-аналитические материалы). Авторы-составители: М.К. Глубоковский, С.Н. Тарасюк, Л.М. Зверькова, Л.В. Семеняк, Н.Н. Мурзов, Н.В. Петрова, С.Ю. Бражник, В.А. Скакун. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012. – 511 с.

2.2. Единицы оценки – субъекты Федерации

Учитывая, что весь объем данных о социально-экономическом развитии и существенная часть показателей состояния природной среды на данном этапе проекта могли быть получены только из баз данных Федеральной службы государственной статистики, где они имеют привязку к субъектам Федерации, было принято решение Прототип доклада об экосистемных услугах России делать в этом же масштабе, то есть в качестве единиц оценки были выбраны субъекты Федерации. Картографические данные из проекта «Земельные ресурсы России», Национального атласа России, Национального атласа почв РФ и другие обобщались для территорий субъектов, и далее использовались в оценках.

Существенная трудность, возникающая при оценке экосистемных услуг по субъектам Федерации – большие размеры ряда субъектов Федерации на Севере, в Сибири и на Дальнем Востоке. Так, единые оценки для огромных территорий Красноярского края и Якутии, очевидно, не адекватны разнообразию 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, что выглядит абсурдно. К сожалению, на данном этапе проекта получить данные по районам внутри крупных субъектов не представляется возможным. В дальнейшем, такая детализация необходима.

2.3. Методы оценки экосистемных услуг и картографическое обеспечение

В зависимости от наличия данных и степени проработки методологических подходов к оценке услуг в рамках проекта выделяются следующие возможные методы оценки.

1 - Прямая количественная оценка предоставленного, используемого и необходимого 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 предоставленного объема услуги по производству кормов на природных пастбищах путем умножения показателей продуктивности экосистем на долю площади природных пастбищ в регионах).

3 – Оценка в баллах (по 10-балльной шкале), если имеется только возможность оценки на качественном уровне факторов, влияющих на предоставленный и используемый объемы услуги. При необходимости комбинации нескольких факторов их балльные оценки складывались, и полученная суммарная оценка снова делилась на 10 классов. Балльные оценки предоставленного объема показывают относительную интенсивность действия природных факторов, определяющих выполнение услуг экосистемами (например, площадь экосистем). 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 подходы к оценке услуги методологически слабо проработаны и невозможно провести оценку ни одним из первых трех способов.

Использованные в Прототипе доклада методы оценки различных экосистемных услуг показаны в Таблице 2.3.1. Список оцененных экосистемных услуг отличается от полного списка, представленного в табл. 1.3.2, так как не все компоненты услуг были учтены. Например, для экосистемной услуги по очистке воздуха растительностью было оценено только улавливание токсических газов лесами, пылеосаждение и функции недревесной растительности не учитывались.

Таблица 2.3.1. Методы оценки различных экосистемных услуг (номера соответствуют вариантам оценки, обозначенным выше).

Услуги	Методы оценки			
	1	2	3	4
Продукционные				
Продукция древесины	X			
Недревесная продукция наземных экосистем	X			
Производство корма для скота на природных пастбищах (сенохозяйства не учитывались)		X		
Продукция пресноводных экосистем, прежде всего, рыбы				X
Охотничья продукция	X			
Производство меда на природных лугах				X
Средообразующие				
Услуги по регулированию климата и атмосферы				
Биогеохимическая регуляция климата	X			
Хранение запасов углерода				
Регуляция потоков парниковых газов (учтено только CO ₂)				
Биогеофизическая регуляция климата				X
Очистка воздуха растительностью (учтено только поглощение токсических газов лесами)		X		
Услуги по регулированию гидросферы				
Водоохранные и водорегулирующие услуги				
Обеспечение объема стока		X		
Регулирование вариабельности стока		X		
Обеспечение качества воды наземными экосистемами		X		
Очищение воды в водоемах (самоочищение воды и разбавление)		X		
Услуги по формированию и защите почв				
Защита почв от эрозии				
Защита от водной эрозии				X
Защита от ветровой эрозии				X

Предотвращение ущерба от сноса грунта в водоемы			X
Предотвращение ущерба от оползней и селей			X
Формирование биопродуктивности почв			X
Самоочищение почв от загрязнений		X	
Регулирование криогенных процессов.		X	
Услуги по регулированию биологических процессов, важных для экономики и безопасности			
Контроль численности отдельных видов, имеющих важное хозяйственное значение (вредителей сельского хозяйства и леса, инвазийных и синантропных видов)			X
Опыление сельскохозяйственных культур		X	
Контроль численности отдельных видов, имеющих важное медицинское и медико-биологическое значение (компоненты природных очагов заболеваний), включая мигрирующие виды			X
Информационные			
Генетические ресурсы природных видов и популяций			X
Информация о структуре и функционировании природных экосистем, которая может быть использована человеком		X	
Эстетическое и познавательное значение природных систем.		X	
Этическое, духовное, религиозное значение природных систем.			X
Рекреационные			
Формирование природных условий для ежедневного отдыха рядом с домом, воскресного отдыха, дачной рекреации			X
Формирование природных условий для познавательного и активного туризма на природе		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. 2.3.2)

Таблица 2.3.2. Показатели и единицы измерения для оценки предоставленного, необходимого и используемого объемов услуг

Категория услуг	Предоставленный объем	Необходимый объем	Используемый объем услуги	Единицы измерения
Продукционные 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	- Объемы или вес вещества, вовлеченные в данную функцию - Объем или площадь среды, где осуществлено регулирование параметров	Объемы загрязнений, которые должны быть нейтрализованы	- Объемы или вес экономически важного вещества, вовлеченные 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 соц.-эконом. 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 соц.-эконом. факторов, влияющих на объем информации, который человек может получить из природы	Баллы
Рекреационные услуги	Оценка суммы природных факторов, влияющих на рекреационный потенциал территории	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 ФСГС, статистических и аналитических сборников непосредственно использовались для создания таблиц (Exel), которые при обработке на следующем этапе добавлялись к векторному слою субъектов Российской Федерации. Цифровые данные из проекта «Земельные ресурсы России» и карта смытых почв из Национального атласа почв России были преобразованы в показатели по регионам средствами картографического программного обеспечения. Перед этим было произведено перепроектирование материалов, чтобы все картографические материалы имели единую проекцию. Таким образом, при анализе и обработке векторных данных из данных атласов минимизировать площадные искажения распределения показателей по территории России. Ряд карт был взят из Национального атласа России (2007, том 2). Для работы с ними была произведена привязка растров и векторизация в геоинформационном программном обеспечении. Часть картографических материалов получена путем комбинаций региональных показателей и статистических таблиц. Основные и промежуточные результаты представлены в виде карт по субъектам России.

2.4. Оценка экосистемных услуг по трем показателям: предоставленному, необходимому и используемому объемам услуги

Чрезвычайное разнообразие природных и социально-экономических условий на территории России требует при развитии системы оценки и интеграции экосистемных услуг в экономику и процесс принятия решений дифференцированного подхода к услугам, которые могут быть потенциально выполнены экосистемами, и услугам, которые сегодня на самом деле используются человеком. 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, то есть их актуализация как экосистемных услуг, определяется наличием их потребителей на территории соответствующего масштаба. Управленческий уровень механизмов компенсации экосистемных услуг и интеграции их ценности в экономику определяется пространственным масштабом данной экосистемной услуги, то есть соотношением территории на которой она производится, и территории, которая получает от нее выгоду.

Для решения этой задачи необходимо сопоставить распределение по территории природных экосистем и 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 взаимного 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. 2.4.1). Эта закономерность очевидна, так как экономическая активность человека в большинстве случаев сопряжена с уничтожением или нарушением природных экосистем.

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.

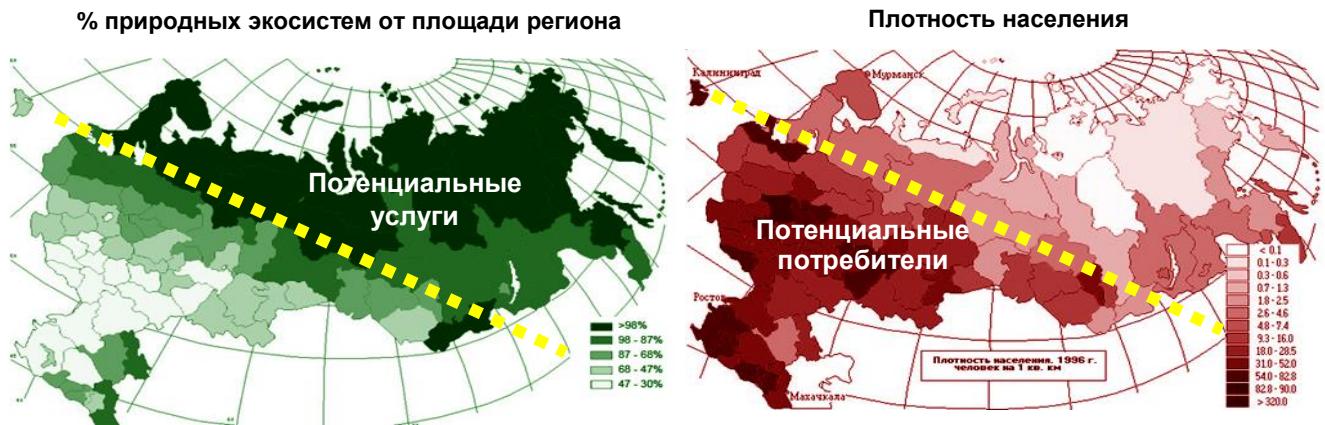


Рис. 2.4.1. Концентрация потенциальных экосистемных услуг и их потенциальных потребителей в разных регионах России

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

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. Предоставленный объем экосистемных услуг должен оцениваться с учетом устойчивого использования экосистем (примеры см. ниже).

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

Необходимый объем услуги – это тот объем, который нужен для удовлетворения потребностей людей и нормального развития хозяйства на данной территории в данное время.

Примеры предоставленного, используемого и необходимого объемов для разных категорий экосистемных услуг показаны в табл. 2.4.1.

Таблица 2.4.1. Предоставленный, используемый и необходимый объемы экосистемных услуг 4-х категорий

	Предоставленный объем	Используемый объем	Необходимый объем
Продукционные услуги	Допустимый объем изъятия биомассы (численности) биоресурсов не подрывающий устойчивость их популяций, а идеале - и их экосистемных функций ПРИМЕРЫ: - расчетная лесосека, - допустимые объемы вылова или отстрела промысловых видов	Объемы добычи биоресурсов ПРИМЕРЫ: - заготовка древесины, - вылов рыб, - добыча охотничьих животных	Объем добычи биоресурсов, необходимый для удовлетворения запросов населения и перерабатывающих предприятий региона
Средообразующие услуги	Потенциальная способность экосистем поддерживать приемлемые для человека условия среды ПРИМЕРЫ: - потенциальная интенсивность самоочищения воды в природных водоемах; - максимальное количество загрязнений, которое может быть уловлено растительностью из воздуха без существенного ущерба для нее.	Объемы регулирования параметров среды, прямо влияющих на качество жизни людей и состояние экономики ПРИМЕРЫ: - количество загрязнений, нейтрализованное в водоемах благодаря природным процессам - количество загрязнений, уловленное растительностью из воздуха	Объем природной регуляции среды, необходимый для хорошего качества жизни людей и развития экономики с учетом существующих нормативов качества окружающей среды ПРИМЕРЫ: - количество загрязнений, которое необходимо уловить из воздуха

Информационные услуги	Вся информация, которая хранится в природе и может быть использована человеком ПРИМЕРЫ: - 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	Информация, полученная человеком из природных систем ПРИМЕРЫ: - количество природных генетических последовательностей, использованных в биотехнологических производствах; - количество исследований структуры и процессов в природных экосистемах, видах, популяциях	Объем информации из природы, необходимый для решения определенной задачи
Рекреационные услуги	Допустимые рекреационные нагрузки, не ведущие к деградации природных экосистем. ПРИМЕРЫ: - предельно допустимое число посетителей природных территорий	Количество отдыхающих или туристов, посетивших природные территории	Рекреационная емкость природных территорий, необходимая для удовлетворения запросов всех желающих или нормального экономического развития региона

Выделение указанных трех индикаторов объема экосистемных услуг соответствует оценке «финальных услуг» и «пользы для людей» в упомянутой выше «каскадной модели» (рис. 2.4.2 Potschin and Haines-Young, 2011), причем предоставленный объем можно сопоставить с «финальными услугами», а использованный объем – с «выгодами».

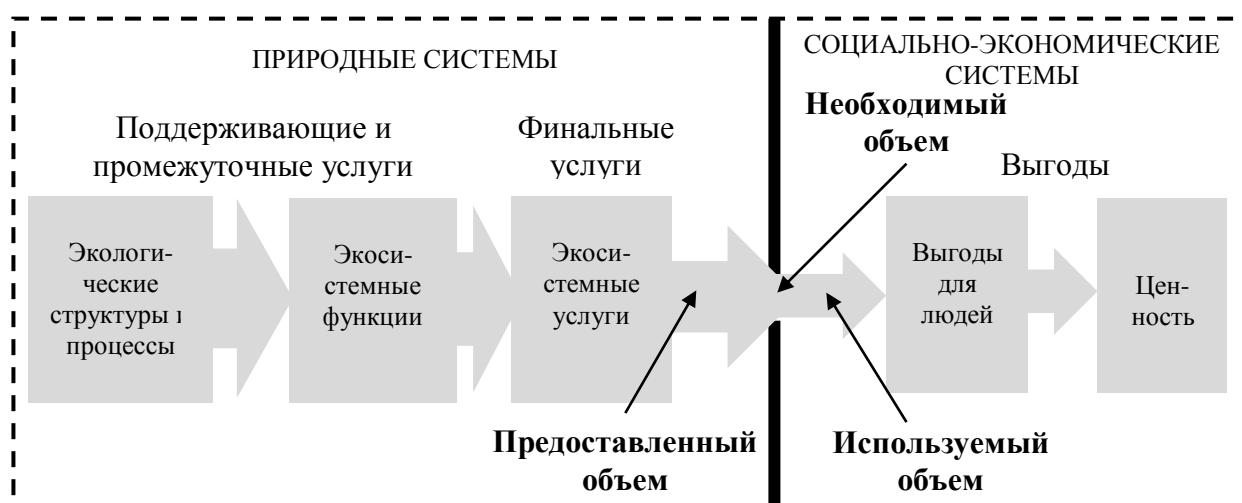


Рис. 2.4.2. Необходимый, предоставленный и используемый объемы услуг в «каскадной модели» (no Haines-Young and Potschin, 2013, с изменениями).

Соотношение между предоставленным, необходимым и используемым объемами 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 *необходимого* и *предоставленного* объемов одинаковы для всех категорий экосистемных услуг. В плотно населенных индустриальных или сельскохозяйственных регионах необходимый объем услуг может превышать способности экосистем их предоставить (рис. 2.4.3, слева). В слабоосвоенных человеком регионах необходимый объем услуг, наоборот, как правило, меньше предоставленного экосистемами (рис. 2.4.3, справа).

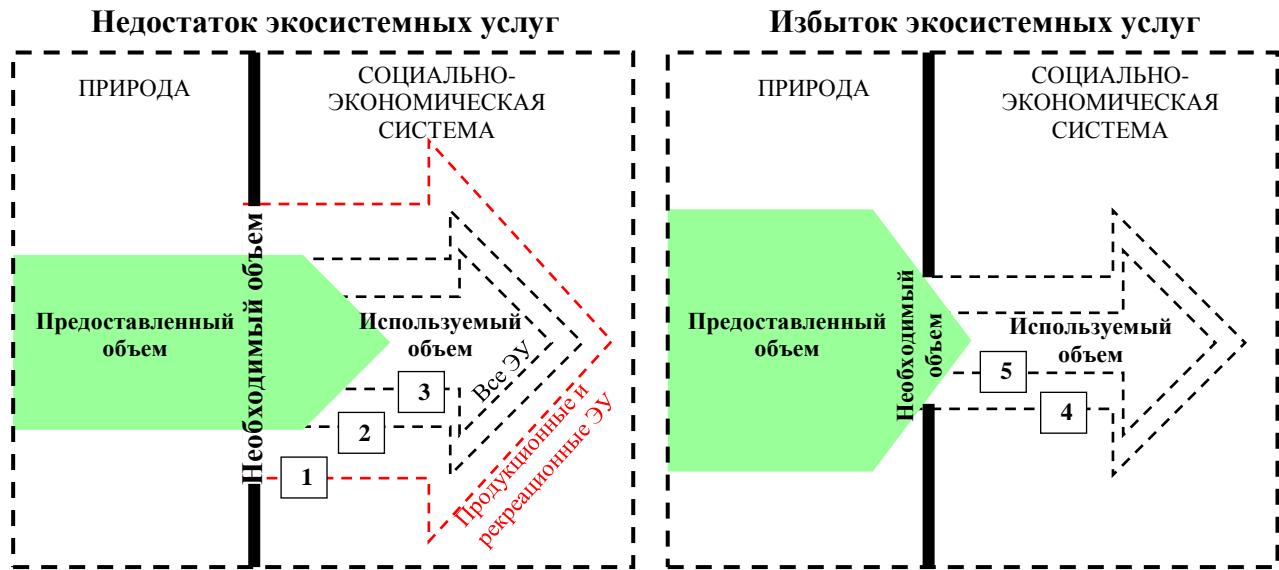


Рисунок 2.4.3. Возможные варианты соотношений между предоставленным, необходимым и используемым объемами экосистемных услуг (объяснения в тексте)

Возможные соотношения между используемым и предоставленным объемами зависят от категории экосистемных услуг.

Для производственных и рекреационных услуг используемый объем может превышать предоставленный («1» на рис. 2.4.3). Как сказано выше, для производственных и рекреационных услуг предоставленный объем соответствует допустимому объему изъятия биоресурсов из природы и допустимым рекреационным нагрузкам, которые не ведут к деградации экосистем и популяций. В обоих случаях реальное использование услуг может превышать предоставленный объем. 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, то экосистемы просто не в состоянии поддерживать приемлемые условия среды и население вынуждено жить в экологически неблагополучной среде. Например, если объемы выбросов превышают способность лесов их поглощать, то использованный 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.

Для всех категорий экосистемных услуг используемый объем может быть меньше предоставленного. Наиболее простая причина этого – малая величина необходимого объема услуг («4» на рис. 2.4.3). Другая причина недостаток технологических, правовых или экономических механизмов, позволяющих использовать услуги («3» и «5» на рис. 2.4.3). В этих случаях используемый объем также 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 биоресурсы заготавливаются в чрезмерных объемах, которые невозможно ни переработать, ни отправить в другой регион 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. 2.4.3 слева), а также при недостатке механизмов и средств использования экосистемных услуг («3» и «5» на рис. 2.4.3).

Соотношения между тремя индикаторами объема экосистемных услуг показывают степень использования экосистемных услуг, степень обеспеченности услугами и степень удовлетворения необходимости в них (Табл. 2.4.2). Эти соотношения могут быть измерены в тех же единицах, что и индикаторы объема экосистемных услуг (разности объемов) или иметь относительный характер (отношения объемов). Примеры использования некоторых соотношений в Прототипе Доклада приведены в Таблице 2.4.2.

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

Таблица 2.4.2. Значение соотношений между тремя индикаторами объема для оценки экосистемных услуг.

Соотношение индикаторов объема ЭУ	Значение для оценки ЭУ	Примеры использования в Прототипе Доклада
$V_{\text{предоставленный}}/V_{\text{использованный}}$ $V_{\text{использованный}}/V_{\text{предоставленный}} \times 100\%$	Степень использования услуги	Доля природных кормов, съеденных скотом (3.1.3) Доля реально очищенного стока от потенциальной способности экосистем (3.2.2.2) Доля регионального запаса углерода, учтенная в управляемых лесах (3.2.1.1.1)
$V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{использованный}}$	Неиспользованный (положительные значения) или переэксплуатированный (отрицательные значения) объем услуги	Неиспользованный остаток лесосеки (3.1.1)
$V_{\text{предоставленный}}/V_{\text{необходимый}}$ $V_{\text{необходимый}}/V_{\text{предоставленный}} \times 100\%$	Степень обеспеченности услугой	Доля выбросов, которые могут быть уловлены пригородными лесами (3.2.1.3)
$V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{необходимый}}$	Избыток (положительные значения) или недостаток (отрицательные значения) услуги	Неочищенный водными экосистемами остаток сточных вод (3.2.2.3)
$V_{\text{необходимый}}/V_{\text{использованный}}$ $V_{\text{использованный}}/V_{\text{необходимый}} \times 100\%$	Степень удовлетворения необходимости в услуге	Доля загрязненного стока, который очищается наземными экосистемами (3.2.2.2) Доля токсических газов, которые могут быть поглощены пригородными лесами (3.2.1.3)
$V_{\text{необходимый}} - V_{\text{использованный}}$	Объем неудовлетворенной услуги	Неочищенный наземными экосистемами остаток загрязненного стока (3.2.2.2)

Балльная оценка степени использования услуг и удовлетворения потребности в них вычислена как разность балльных оценок соответствующих объемов ($V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{использованный}}$; $V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{необходимый}}$). Как сказано выше (2.3), 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 равны.

2.5. Площадь природных экосистем в субъектах Федерации

Процент территории, занятой природными экосистемами по регионам, определен по карте наземных экосистем (Барталев и др., 2004). Были выделены типы экосистем, полностью или существенно трансформированные человеком (земли населенных пунктов, сельскохозяйственные угодья, комплексы лесов, лугов и степей с сельскохозяйственными угодьями). Их площадь вычтена из площади региона и, таким образом, получена оценка процента площади природных экосистем по регионам (рис. 2.5.1). Однако, как показал последующий анализ, методы идентификации типов экосистем, использованные при создании карты Барталева и др. 2004 года, несколько завышают процент природных экосистем в регионах. Так, например, получилось, что в Московской области более 80% площади занимают природные экосистемы, что, очевидно, превышает реальные значения. Однако, поскольку на данном этапе анализа экосистемных услуг России за основу была взята карта Барталева и др. 2004 г., полученные оценки площади природных экосистем были использованы в дальнейшем анализе. Очевидно, что на следующих этапах они должны быть скорректированы на основе более точных данных о растительном покрове России.

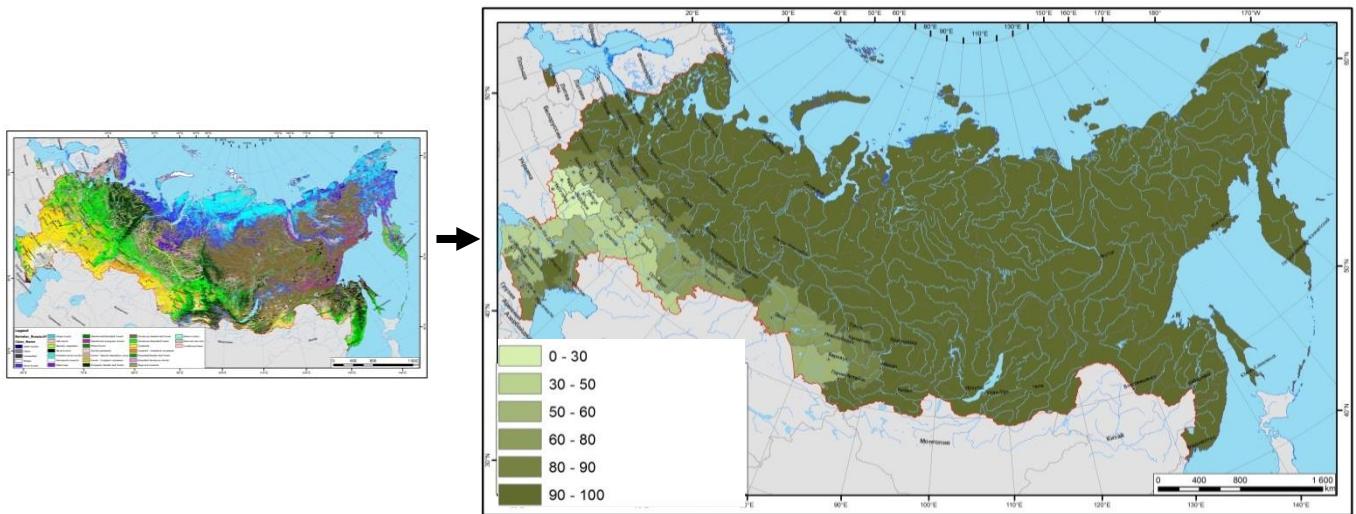


Рис. 2.5.1. Карта процента площади природных экосистем по регионам РФ, полученная на основании карты наземных экосистем Барталева и др. (2004).

3. Предварительная оценка основных экосистемных услуг в России

3.1. Продукционные услуги

Продукционные экосистемные услуги понимаются в Прототипе Доклада 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, сбор меда домашними пчелами с природных лугов.

3.1.1. Продукция древесины

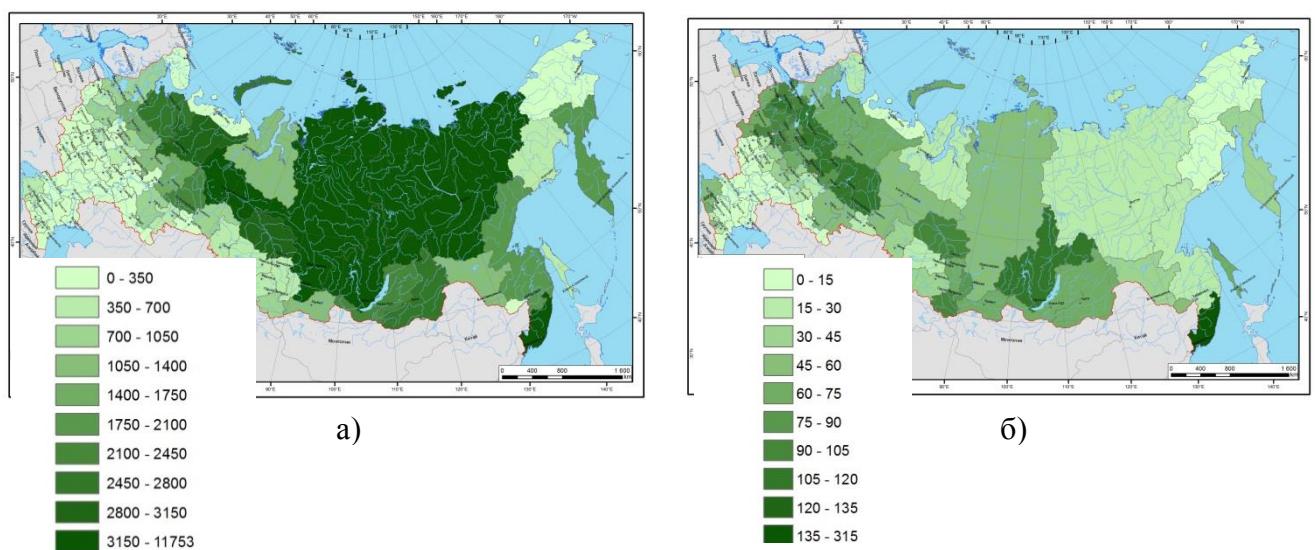
Услуга производства древесины является наиболее важной в экономическом плане для России среди продукционных услуг. Услуга важна на всех уровнях управления: локальном (обеспечение сельского населения стройматериалами и дровами), региональном (лесной комплекс играет ключевую роль в экономике ряда регионов) и национальном уровнях управления. Доля лесного сектора в ВВП страны сегодня составляет около 1%¹, но имеет большой потенциал для роста (Прогноз развития..., 2012).

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

Предоставленный экосистемами объем услуги в данной версии Прототипа доклада оценен двумя способами в целях демонстрации двух типов показателей:

- по запасу древесины в регионах базе данных «Регионы России» (рис. 3.1.1.1 а, б);
- по расчетной лесосеке (рис. 3.1.1.1 в, г).

Очевидно, что оценка предоставленного объема услуги по показателям расчетной лесосеки является более точной, так как показывает тот объем ресурса, который может быть изъят за год без вреда для производящих его экосистем. Этот показатель может быть прямо сопоставлен с реальными объемами изъятия ресурса из экосистем.



¹ <http://ria.ru/eco/20130314/927251186.html>

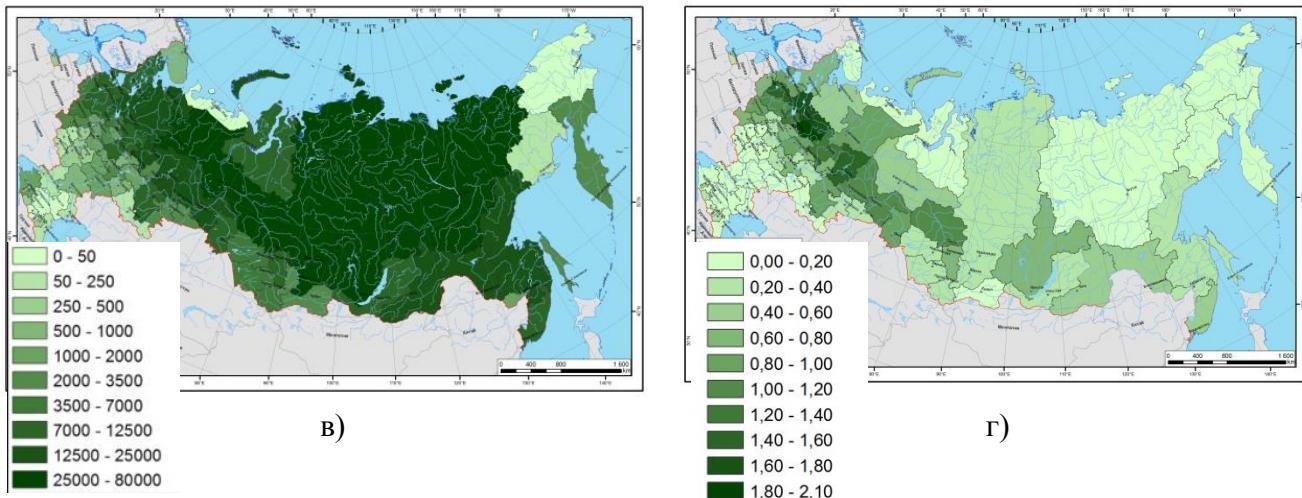


Рис. 3.1.1.1. Предоставленный экосистемами объем услуги по продукции древесины:
 а) запас древесины (млн м^3);
 б) запас древесины на единицу площади региона ($\text{м}^3/\text{га}$);
 в) расчетная лесосека (тыс. м^3);
 г) расчетная лесосека на единицу площади региона ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$)

Таблица 3.1.1.1 характеризует динамику площадей и запасов древесины в лесах России с 1988 по 2008 г. Можно отметить тенденцию к увеличению как площадей лесов, так и запасов древесины в них.

Таблица 3.1.1.1. Динамика площадей и запасов древесины покрытых лесом земель Российской Федерации

Категория	Характеристика	Год учета				
		1988	1993	1998	2003	2008
Покрытые лесом земли	Площадь, тыс. га	758715.7	750953.1	763826.0	767473.6	787147.8
	Запас, млн м^3	81123.1	79504.3	80797.9	81153.0	82378.2
Эксплуатационные леса	Площадь, тыс. га	388453	351095.9	331461	329788.9	345449.3
	Запас, млн м^3	47595.2	43466.8	40279.4	39629.6	40813.6

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. 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 и запасов древесины эксплуатационных лесов в 1988-2003 гг. Эта тенденция связана с масштабным переводом лесов в состав ООПТ и защитных категорий. После 2006 г. тенденция сменилась на обратную в связи с ускорившимся переводом резервных лесов в эксплуатационные.

Запасы древесины в лесах являются важной характеристикой, однако при установлении допустимых размеров лесопользования следует исходить из производственных свойств лесов. 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, то есть годовые лимиты заготовки древесины. В 1995 г. суммарная для России расчетная лесосека равнялась 545.6 млн м^3 , в 2004 – 495.3 млн м^3 . Уменьшение расчетной лесосеки соответствует сокращению запасов древесины в эксплуатационных лесах от 1993 к 2003 г. (табл. 3.1.1.1).

Использованный объем услуги выражается в объемах заготовки древесины – как деловой древесины, так и дров. Оценка по базе данных «Регионы России» приведена на рис. 3.1.1.2 а, б.

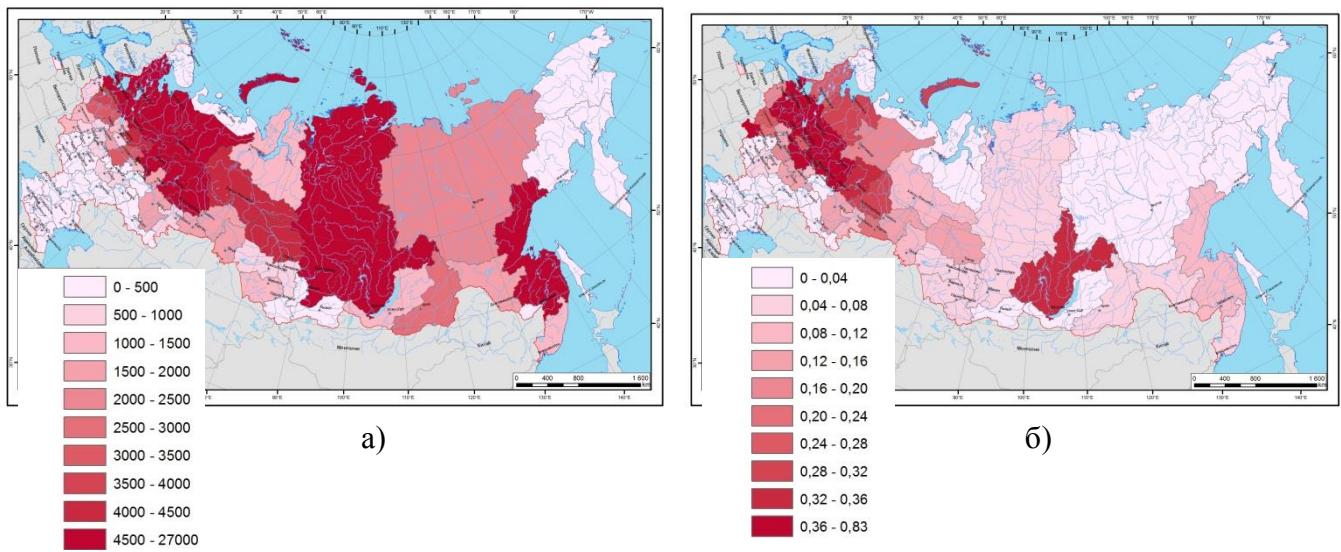


Рис. 3.1.1.2. Используемый объем услуги по производству древесины:
 а) заготовка древесины (тыс. м³/год);
 б) заготовка древесины на единицу площади региона (м³/га/год)

Реализация услуги лесов по продукции древесины характеризуется объемами заготовленной древесины. Объемы легально заготовленной древесины фиксируются в статистической отчетности, формируемой Рослесхозом и Росстата. Архивные сведения по объемам заготовок древесины за 1946-1995 гг. опубликованы (Лесопользование..., 1996). В 1960-1980-х годах суммарные объемы лесозаготовок в России составляли около 350-370 млн м³ в год (рис. 3.1.1.3). В период социально-экономических реформ (1990-1998 гг.) они снизились до 130-160 млн м³ в год, 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 годов 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 площадей и запасов древесины в лесах (табл. 3.1.1.1).

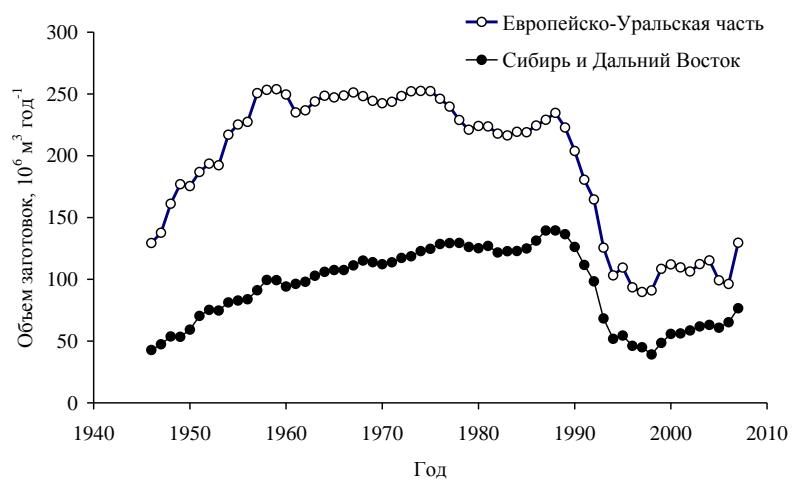


Рис. 3.1.1.3. Динамика объемов лесозаготовок в Европейско-Уральской и Азиатской частях России (Замолодчиков, 2012)

Величины, приведенные на рис. 3.1.1.3, характеризуют легально осуществляемые заготовки в лесах России. По различным оценкам, нелегально заготавливается 10-25% от общего объема древесины (Птичников, Курицын, 2011). Подавляющая часть нелегальных заготовок представлена маломасштабными, преимущественно выборочными рубками, осуществлямыми

местным населением (Морозов, 2000), то есть, не может быть отнесена к деструктивным нарушениям лесного покрова.

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), то есть, неиспользованный остаток предоставленного объема услуги (У предоставленный – У использованный). Этот индикатор показывает, что наибольшие объемы неиспользованной услуги на единицу площади пригодятся на лесные области Европейской части страны и Западной Сибири. В одном регионе – Ростовской обл. – в 2012 г. заготовки древесины превысили расчетную лесосеку, то есть, использованный объем услуги превысил предоставленный (рис. 3.1.1.4)

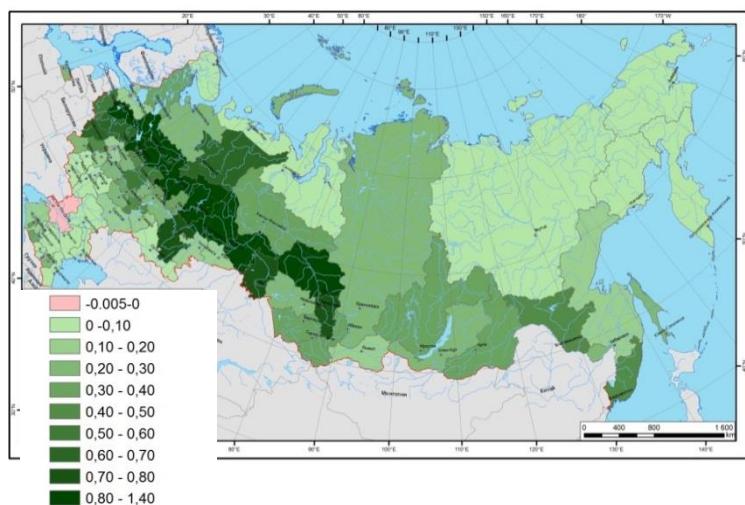


Рис. 3.1.1.4. Объем неиспользованной лесосеки в 2012 г. (м³/га). Отрицательные значения показывают превышение заготовок древесины над расчетной лесосекой.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Для оценки предоставленного объема:

- расчетная лесосека, учитывающая задачи сохранения биоразнообразия и всего комплекса экосистемных услуг лесов;

Для оценки использованного объема:

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

3.1.2. Недревесная продукция леса и других наземных экосистем

Недревесные ресурсы леса и других 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 хозяйствственные группы растений, съедобные виды грибов. Ценность для общества недревесных ресурсов леса существенна. Однако население пользуется данными функциями бесплатно и существенная часть ресурсов не вовлечена в рыночные отношения. Этот фактор является препятствием на пути адекватной экономической оценки недревесной продукции. Недревесные ресурсы леса сегодня не выделяются как отдельный ресурс, а чаще всего относятся к продуктам побочного пользования лесом. Однако их стоимость в отдельных категориях лесов превышает стоимость древесины (Лаптев, 2009). Для городских жителей сбор грибов и ягод имеет не только промысловую, но и рекреационную ценность.

Оценка объема недревесных ресурсов возложена на лесоустройство, но они относятся к разряду так называемых «побочных пользований» и детальному учету не подлежат. При лесоустройстве определяются возможный и фактический ежегодный объем заготовки

недревесных, пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений (по нормативам регионального лесотаксационного справочника) и отражаются 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. ВНИИЛМ совместно с Костромской ЛОС разработал «Методику оценки недревесных растительных ресурсов на типологической основе при сдаче леса в аренду» (1997). Согласно этой Методике, размер минимальной ставки лесных податей и арендной платы за пользование участками лесного фонда с целью осуществления заготовок недревесного сырья определяется рыночной ценой единицы учета сырья, себестоимостью его заготовки и нормативной рентабельностью заготовки сырья.

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, Всероссийским НИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства (ВНИИЛМ).

Поскольку полная государственная статистика заготовки и потребления недревесных ресурсов леса в настоящее время не ведется, в проекте использованы данные из исследования Т.Л. Егошиной (2005).

Предоставленный экосистемами объем услуги оценен по запасам недревесной продукции. Примеры для грибов и брусники показаны на рис. 3.1.2.1 а, б, в, г

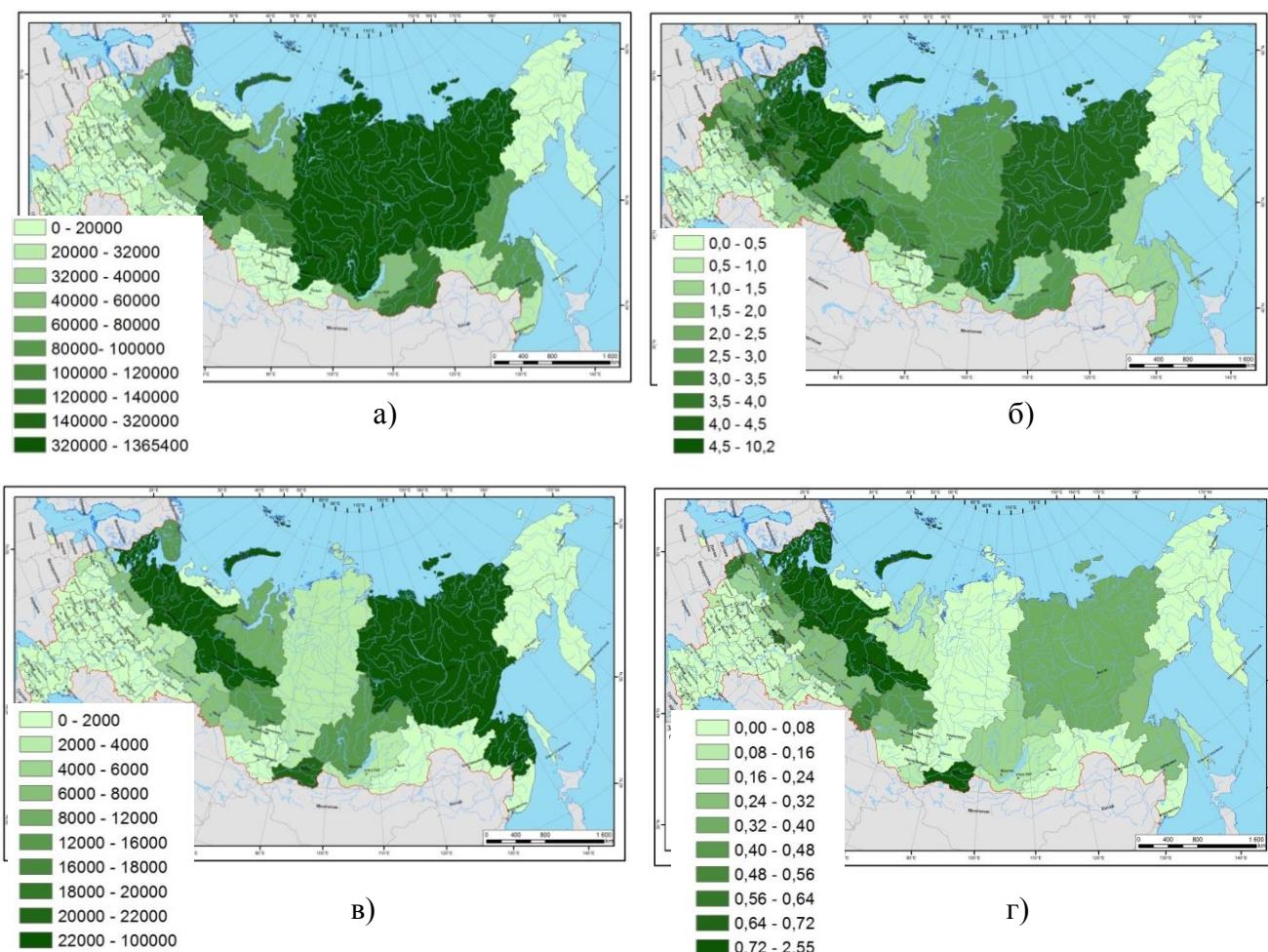


Рис. 3.1.2.1. Примеры предоставленного объема услуги по производству недревесной продукции: а) биологический запас грибов (т); б) биологический запас грибов на единицу площади (кг/га); в) биологический запас ягод брусники (т); г) биологический запас ягод брусники на единицу площади региона (кг/га)

Используемый объем услуг соответствует объемам заготовок продукции. Примеры для грибов и брусники показаны на рис. 3.1.2.2.

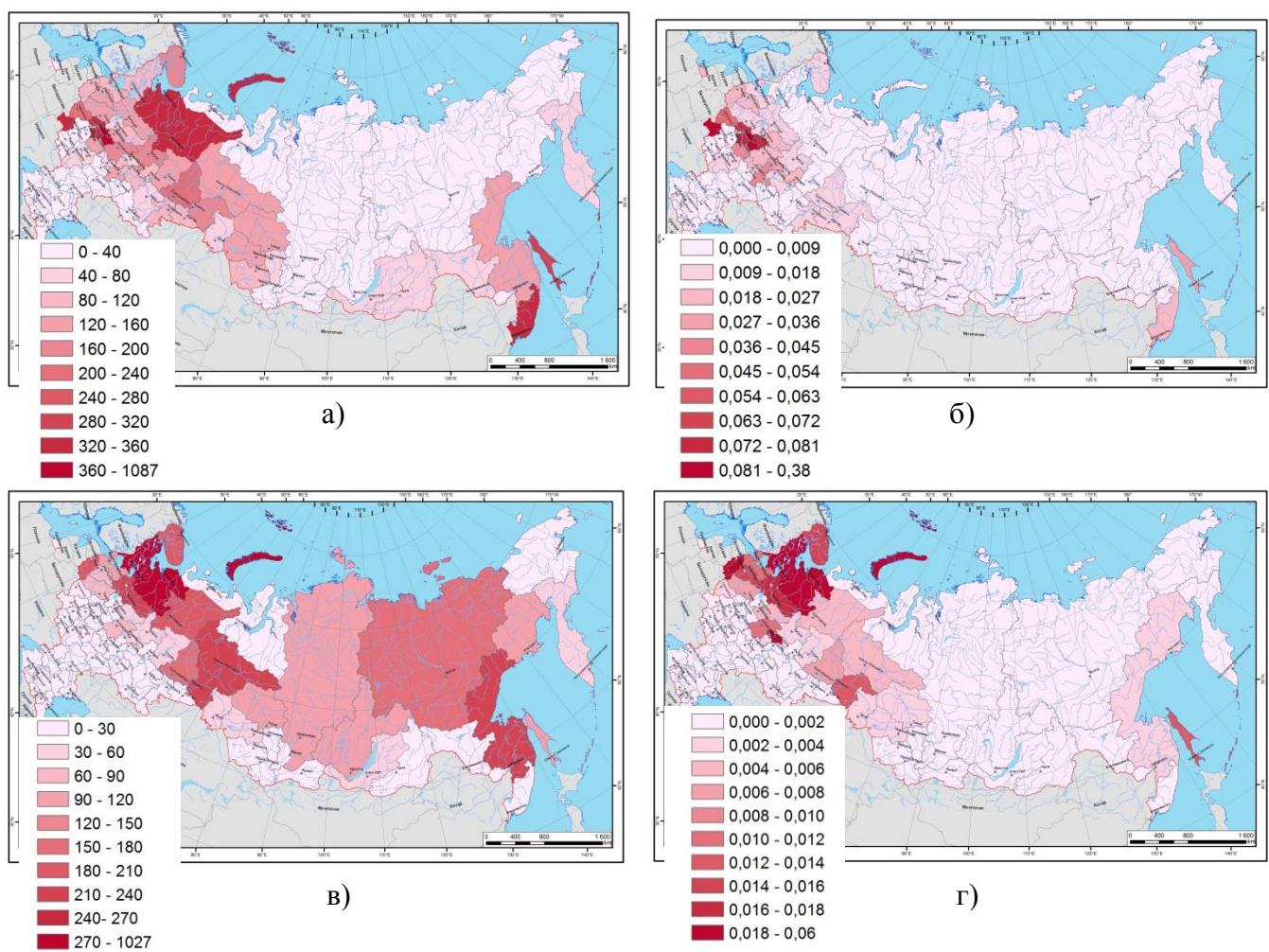


Рис. 3.1.2.2. Примеры использованного объема услуги по производству недревесной продукции:
 а) заготовка грибов (т/год);
 б) заготовка грибов на единицу площади региона (кг/га/год);
 в) заготовки ягод брусники (т/год);
 г) заготовки ягод брусники на единицу площади региона (кг/га/год)

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги

Для оценки степени использования услуги использован показатель доли заготовленных биоресурсов от их биологического запаса (по весу). Как видно из рис. 3.1.2.3 а, доля заготовленных грибов не превышает 10% от их запаса и наиболее велика в ряде регионов Центрального Федерального округа и юга Сибири. Заготовка ягод брусники в большинстве регионов также составляет единицы процентов. Наиболее интенсивно бруснику заготавливают в Смоленской области (23% от биологического запаса), Камчатском крае (14%), Сахалинской (9,8%) и Новгородской областях (7,5%)

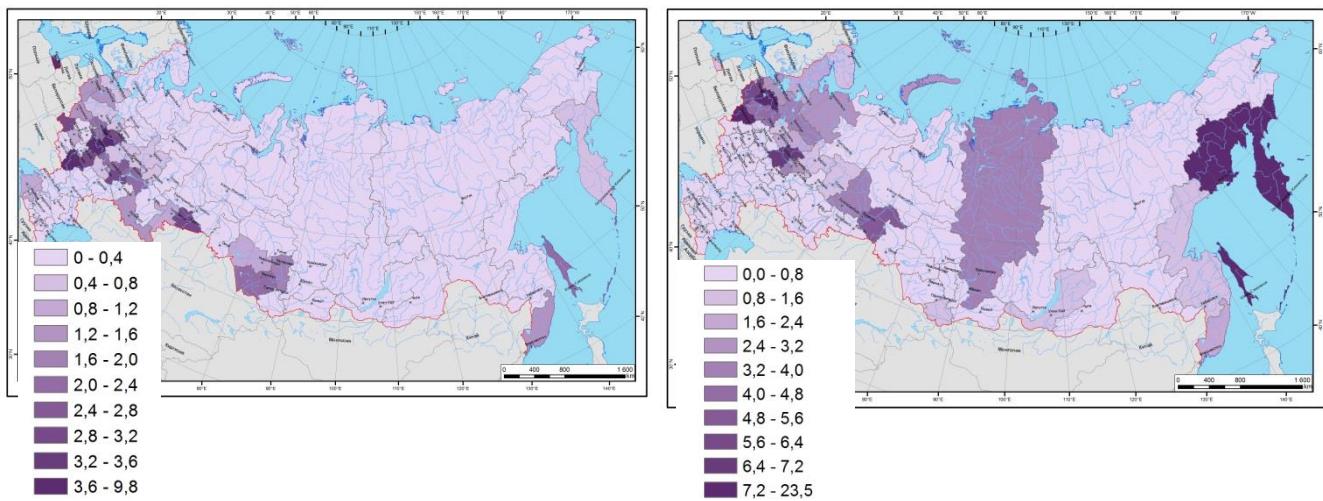


Рис. 3.1.2.3. Примеры показателей степени использования экосистемной услуги по производству недревесной продукции наземных экосистем:

- доля заготовленных грибов от их биологического запаса (%);
- доля заготовленных ягод брусники от их биологического запаса (%).

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

Для оценки предоставленного объема:

- объемы допустимого изъятия всех основных видов недревесных ресурсов, учитывающие задачи их устойчивого воспроизводства, сохранения биоразнообразия и всего комплекса экосистемных услуг²;

Для оценки использованного 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 сборнику, использованному в Прототипе доклада (Егошина, 2005).

3.1.3. Производство корма для скота на природных пастбищах

Данная 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 освоении их ресурсов в России отсутствует, поэтому оценка объемов данной экосистемной услуги была сделана на основе преобразования ряда карт из проекта «Земельные ресурсы России» и данных из базы «Регионы России» ФСГС.

Предоставленный объем услуги равен количеству корма, которое вырастает ежегодно на природных пастбищах. Оценка этого показателя произведена по следующей схеме (рис. 3.1.3.1):

1. Надземная чистая первичная продукция ($\text{кгС}/\text{м}^2/\text{год}$) условно определена по данным проекта «Земельные ресурсы России». Из карты чистой первичной продукции была выделена надземная часть по соотношению надземной и суммарной фитомассы.
2. Надземная продукция природных пастбищ ($\text{кгС}/\text{га}/\text{год}$) определена в границах природных пастбищ по данным проекта «Земельные ресурсы России».
3. Определена средняя продуктивность пастбищ в границах регионов ($\text{кгС}/\text{га}/\text{год}$) и средняя продуктивность в кормовых единицах путем умножения показателей надземной продукции ($\text{кгС}/\text{га}/\text{год}$) на 8 (в среднем 1 кг сухого природного травяного корма составляет 4 кормовых

² Предварительная оценка ресурсного потенциала может быть сделана на основе Атласа ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР (1980).

единицы³, а 1 кг углерода соответствует 2 кг сухой массы, то есть, 1 кгС равен 8 кормовым единицам). Таким образом, получена карта количества кормовых единиц, которые производят пастбища региона в год, что и является оценкой объема услуг, предоставленных экосистемам.

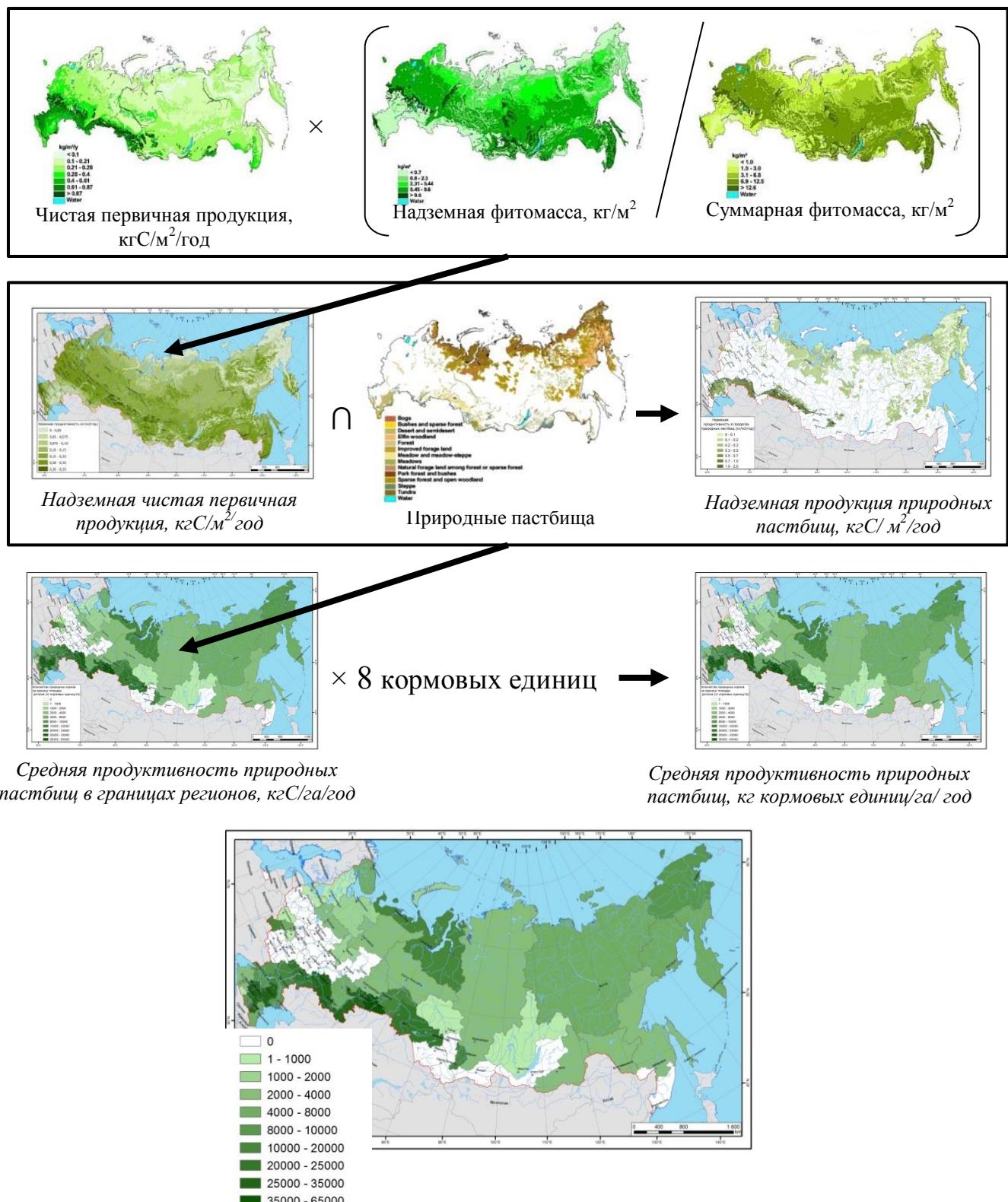


Рис. 3.1.3.1. Предоставленный объем услуги по производству кормов на природных пастбищах (кг/га/год кормовых единиц) и схема его определения. Значения «0» и белый цвет соответствуют регионам, в которых по данным проекта «Земельные ресурсы России» скот на природных пастбищах не кормится

³ <http://dic.academic.ru/dic.nsf/agriculture/1439/%D0%9A%D0%9E%D0%A0%D0%9C%D0%9E%D0%92%D0%90%D0%AF>

Использованный объем услуги определяется количеством корма с природных пастбищ, которое было съедено домашним скотом. Оценка произведена по следующей схеме (рис. 3.1.3.2).

1. Определена численность условного скота в регионах путем суммирования численности крупного рогатого скота, мелкого рогатого скота и оленей из базы данных «Регионы России» ФСГС со следующими коэффициентами: численность КРС = 1, численность МРС умножена на 0,1, численность оленей умножена на 0,6⁴.

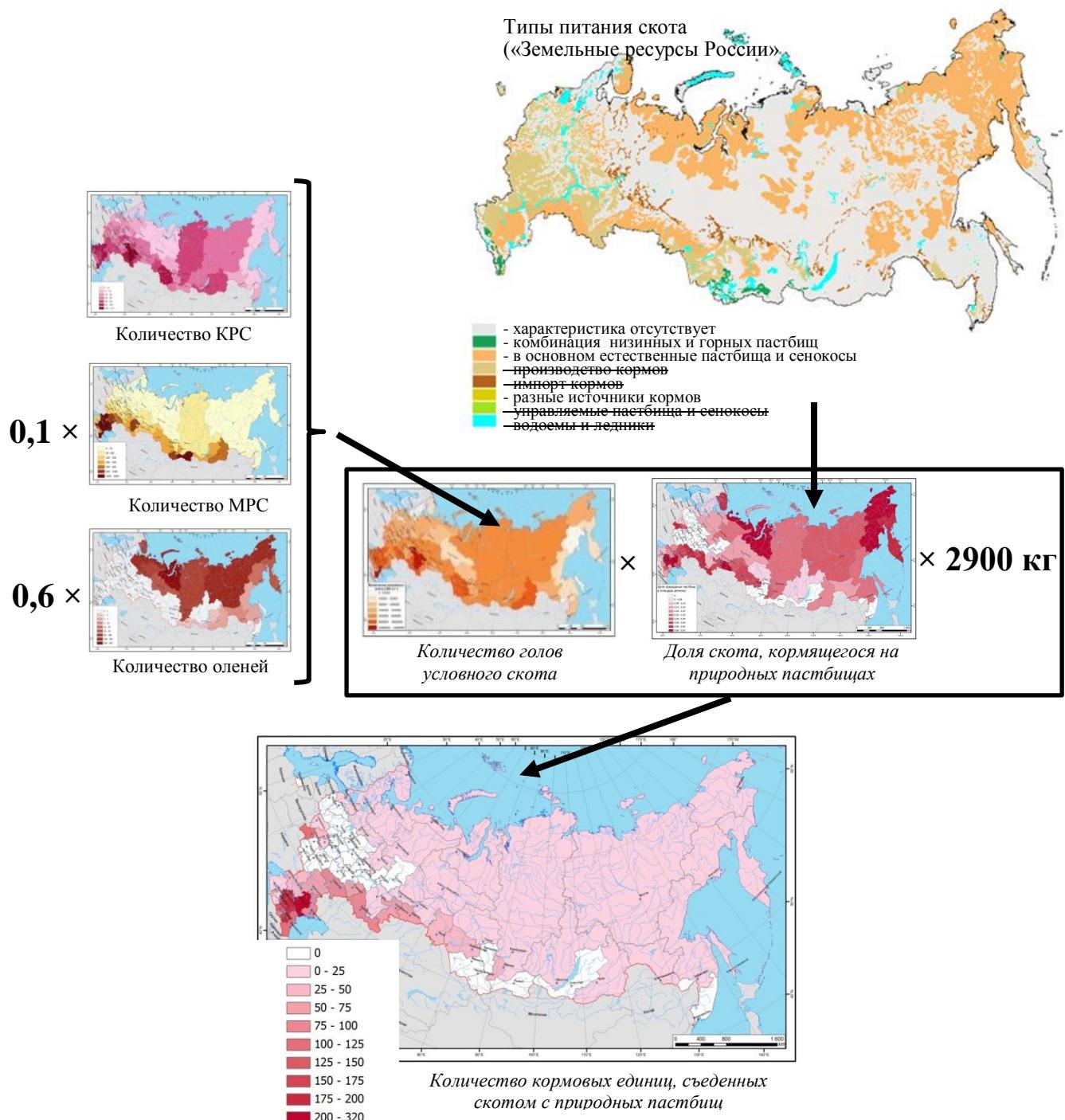


Рис. 3.1.3.2. Использованный объем услуги по производству корма на природных пастбищах – количества корма, съеденного скотом с природных пастбищ (кг кормовых единиц/га/год) – и схема его получения. Значения «0» и белый цвет соответствуют регионам, в которых по данным проекта «Земельные ресурсы России» скот на природных пастбищах не кормится.

⁴ www.gks.ru/free_doc/new_site/metod/sx/metkor_v.doc

1. Определена доля скота, которая питается кормами с природных пастбищ. Из карты «Типы питания скота» проекта «Земельные ресурсы России» были исключены площади, где скот питается выращенным или привозным кормом. Для регионов был вычислен % территории, на который скот питается кормами с естественных пастбищ. Этот показатель был использован в качестве косвенной оценки доли скота, питающейся природными кормами.

2. Определено количества корма, съеденного скотом с природных пастбищ. Показатели численности условного скота в регионах и доли скота, питающегося природными кормами, позволили получить оценку⁵, исходя из того, что 1 голова условного скота потребляет 29 центнеров кормовых единиц⁵. Таким образом, получена оценка объема использованной услуги по производству кормов на природных пастбищах.

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги

Как видно из рис. 3.1.3.1 и 3.1.3.2, оценки использованного объема услуги в сотни раз меньше предоставленного объема. Использование в данном случае индикатора неиспользованного объема услуги (по аналогии с услугой производства древесины) нецелесообразно, так как его распределение фактически будет повторять распределение предоставленного объема услуги. Поэтому для услуги производства корма на природных пастбищах в качестве индикатора степени использования услуги был использован показатель доли природных кормов, съеденных скотом (рис. 3.1.3.3). Этот показатель не превышает 2%, а во многих регионах он меньше 1%.

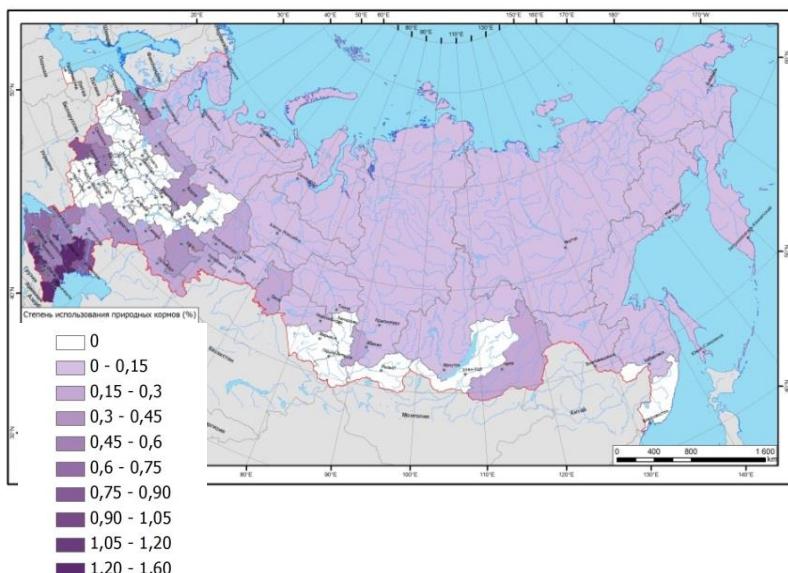


Рис. 3.1.3.3. Доля природных кормов, съеденных скотом (%). Значения «0» и белый цвет соответствуют регионам, в которых по данным проекта «Земельные ресурсы России» скот на природных пастбищах не кормится.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

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 услуг («емкость» пастбищ и сенокосов).

Для оценки использованного объема:

- поголовье скота в регионах, который питается природными кормами;
- потребление природных кормов разными породами домашних животных.

⁵ http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_38/Main.htm

3.1.4. Продукция пресноводных экосистем, прежде всего, рыбы

Пресноводные экосистемы России весьма разнообразны. В РФ более 2.5 млн рек, включающих такие крупнейшие реки, как Волга, Обь, Енисей, Лена и Амур. Общая длина рек более 8 млн км, из них 615 000 используются рыболовством. 200 000 км рек используются рыбами для размножения и нагула молоди. В России более 2 млн озер площадью более 350 000 км² (без Каспийского моря). Однако большая часть российских пресноводных водоемов 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 рыб, а также расширению нерестилищ ряда промысловых видов, однако многие другие виды рыб (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 объемам уловов с общим уловом в 11.5 млн тонн. 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.) был обусловлен снижением запасов и неэффективным рыболовным законодательством.). В последнее время благодаря улучшению законодательства и управления общие уловы РФ, в том числе, уловы 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% получено 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 ресурсов пресноводных рыб – их перелов, обусловленный нелегальным, неучтенным и нерегулируемым промыслом (ННН-промыслом). Например, ННН-промысел волго-каспийских осетровых во много раз превышает официальный. ННН-промысел других видов рыб обычно составляет от 20 до 100% от официальных уловов. 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 из-за современных экономических проблем (бездействия, низкого уровня заработной платы).

Предоставленный объем услуги соответствует запасам рыбных ресурсов.

Использованный объем услуги соответствует вылову рыб.

На данном этапе проекта оценить объемы услуги по продукции пресноводных экосистем для регионов РФ не удалось. В общедоступном сборнике «Сыревая база рыболовства...» данные для пресноводных рыбных ресурсов по регионам отсутствуют (данные по морским ресурсам даны для рыболовственных бассейнов). В статистических материалах «Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции за январь-декабрь 2013 г. Федерального агентства РФ по рыболовству имеются данные по внутренним морям РФ и совокупно – по категориям пресноводных водоемов (озера, реки, водохранилища, прочие пресноводные объекты, рыбоводные хозяйства). Данных по субъектам Федерации нет. В базе данных ФСГС «Регионы России» в разделе «Рыболовство и рыбоводство» добыча водных биоресурсов не разделена на пресноводные и морские и дана по федеральным округам РФ, поэтому эти данные не могут быть использованы в Прототипе Доклада. Имеются данные по субъектам Федерации о числе предприятий и организаций и численности работников в области рыболовства, однако эти данные могут быть полезны при оценке *необходимого объема услуг*,

который нецелесообразно оценивать без оценки предоставленного объема услуги. В Национальном атласе России имеются лишь данные по уловам морских рыб, данные по запасам рыбных ресурсов в атласе отсутствуют.

Необходимые данные системы оценки и мониторинга экосистемных услуг.

При подготовке Национального доклада об экосистемных услугах России услуга может быть оценена на основе данных 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 данной экосистемной услуги необходимы также следующие данные:

- данные мониторинга промыслового изъятия всего спектра биологических ресурсов пресных водоемов;
- данные учета ННН-промысла;
- оценка запаса биоресурсов, выполненная современными методами (гидроакустическая съемка, математическое моделирование динамики популяций объектов промысла).

3.1.5. Охотничья продукция

Охотничья продукция (пушнина, мясо, трофеи, шкуры, перо, пух и др.) получается в результате промысловой, любительской и трофейной охоты, дичеразведения и пр., т.е. в результате ведения охотниччьего хозяйства. Охота и охотничье хозяйство для России являются важной природоохранной и социально-экономической сферой и выполняют следующие основные функции (Джекин 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;
- 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 жителей. Для сотен тысяч граждан, особенно малых народностей Севера, охотничье-рыболовный промысел – основа жизнеобеспечения и традиционного уклада. В сфере охотниччьего хозяйства постоянно или временно занято более 80 000 человек. Стоимостная оценка российских охотничьих животных – более 87 млрд руб., а стоимость ежегодно получаемой продукции охоты и услуг в данной сфере – более 16 млрд руб. По экспертным оценкам, рыночная стоимость охотничьих животных, включая их долю в общем природном капитале страны, превышает 400 млрд руб. Суммарный годовой торговый оборот в сфере охотниччьего хозяйства России оценивается в 80–100 млрд руб. (Стратегия развития охотниччьего хозяйства Российской Федерации до 2030 года). При разумном реформировании отрасли доходы от охотниччьего хозяйства, сопутствующих производств и охотничьего туризма могли бы составлять значительную часть ВВП России. Перспективный ресурсный (экономический) потенциал всех видов охотничьих зверей и птиц, по нашей экспертной оценке, может превышать 1 триллион рублей.

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. 3.1.5.1 приведены примеры для лося и 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.

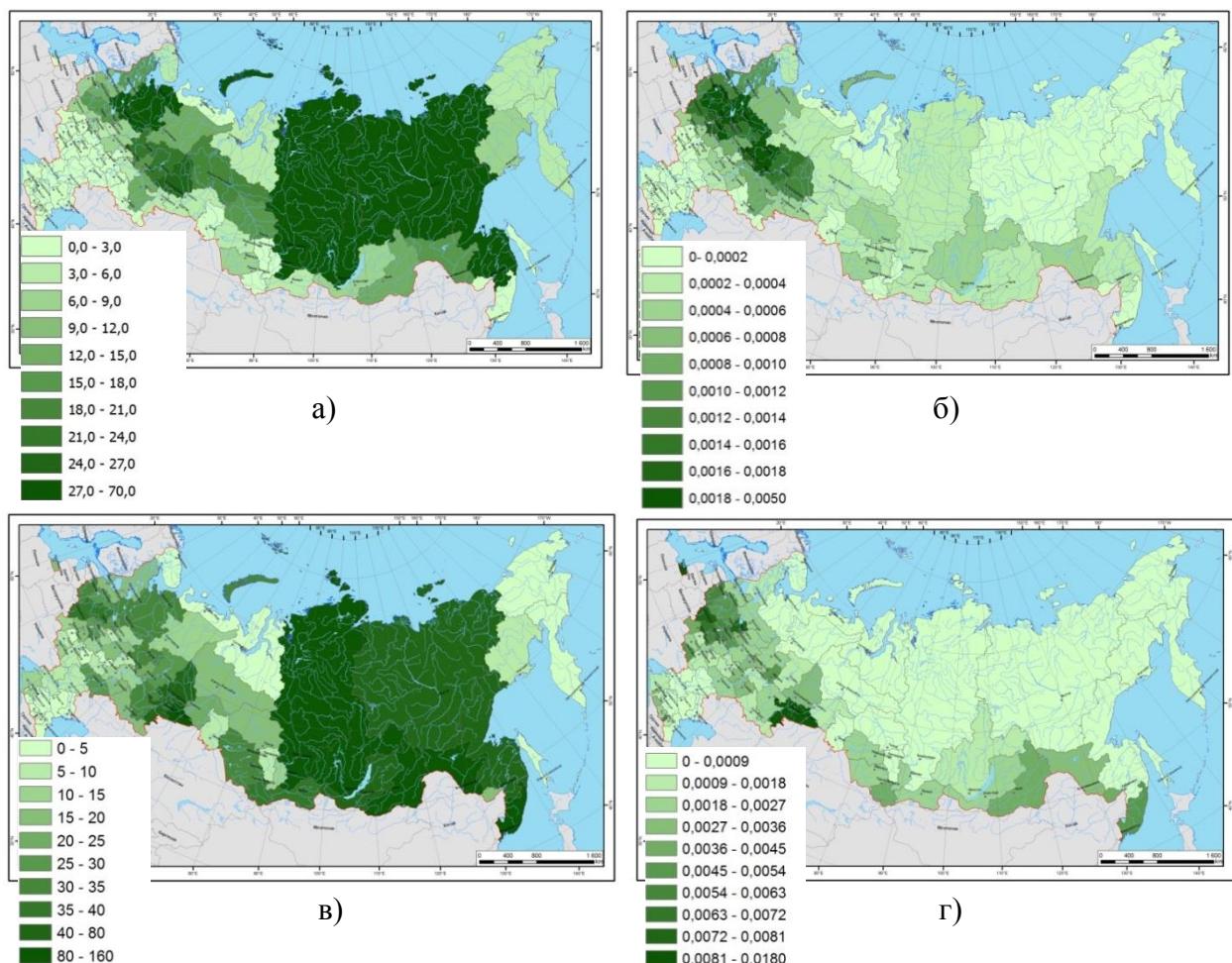
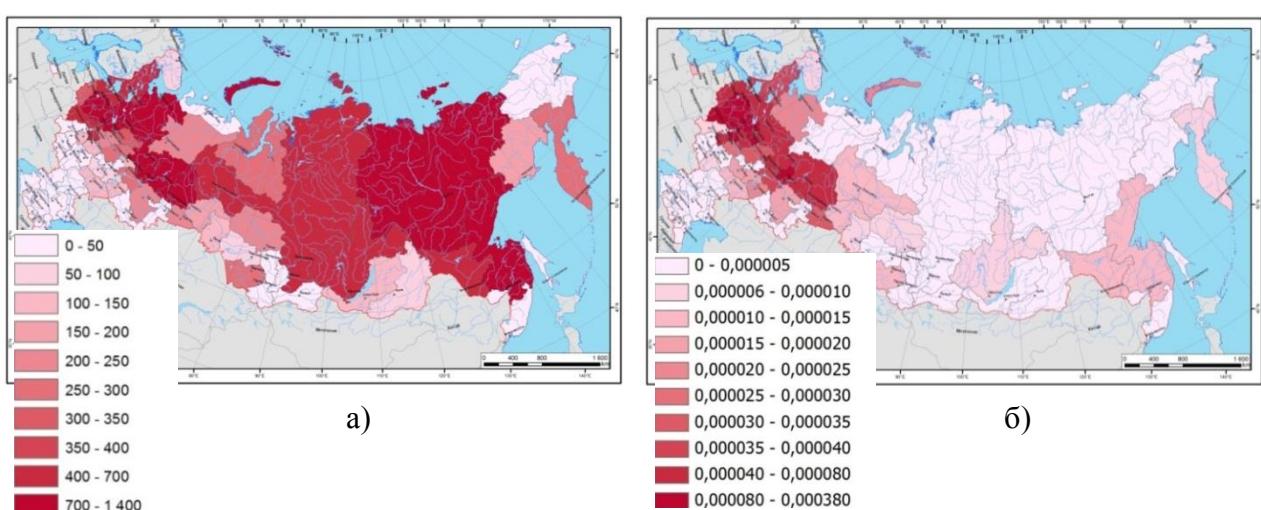


Рис. 3.1.5.1. Предоставленный объем экосистемной услуги по производству охотничьей продукции:

- а) численность лося (тыс. особей); б) плотность лося (особей/га);
в) численность копытных (тыс. особей); г) плотность копытных (особей/га).

Использованный объем услуги равен добыче охотничье-промышленных животных. Примеры приведены на рис. 3.1.5.2.



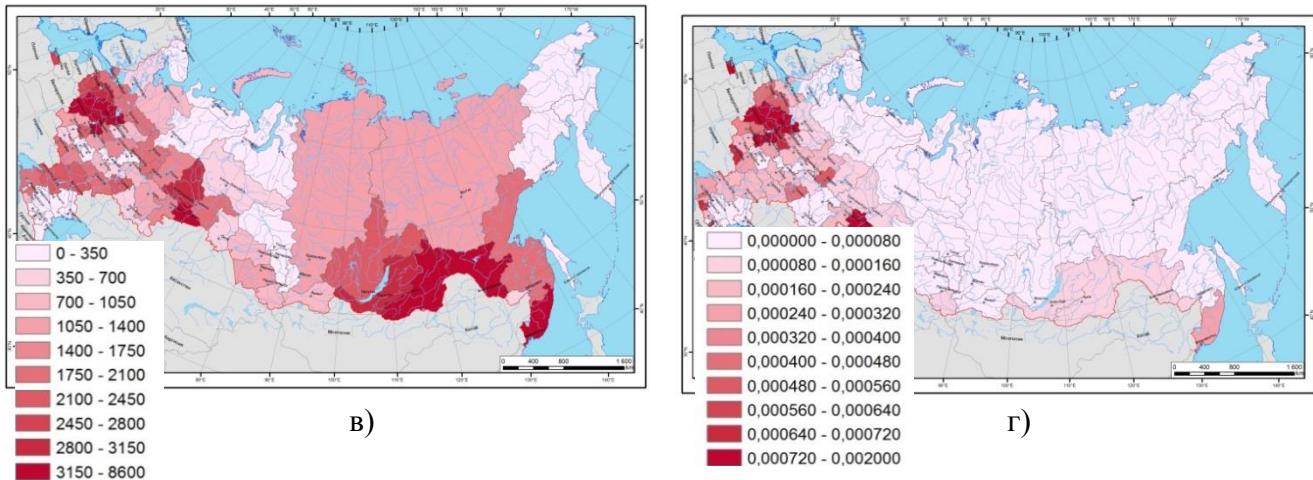


Рис. 3.1.5.2. Использованный объем экосистемной услуги по производству охотничьей продукции:

- а) добыча лося (особей/год); б) добыча лося на единицу площади региона (особей/га/год);
 в) добыча копытных (тыс. особей); г) добыча копытных на единицу площади региона (особей/га/год).

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги

Отсутствие данных о допустимых объемах изъятия промысловых животных, то есть, прямой оценки предоставленного объема экосистемной услуги по производству охотничьей продукции, позволяет сделать лишь относительное сопоставление предоставленного и использованного объемов услуги. На рис. 3.1.5.3 показаны доли добытого поголовья лося и копытных животных (сумма для 4-х видов). Для лося этот показатель составляет по несколько процентов, Для копытных в сумме этот показатель гораздо выше (до 30% в регионах на юге Европейской части страны), что обусловлено высокой интенсивностью промысла кабана.

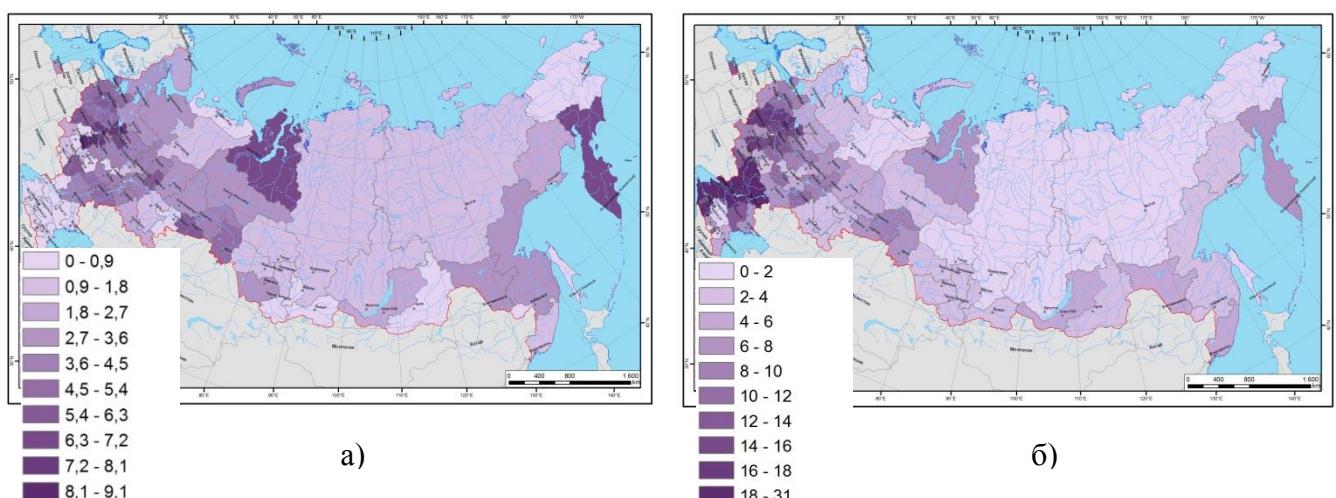


Рис. 3.1.5.3. Примеры сопоставления предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по производству охотничьей продукции:

- а) доля добытого поголовья лося (%);
 б) доля добытого поголовья 4-х видов копытных (%)

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

Для оценки предоставленного объема:

- объемы допустимого изъятия промысловых животных.

Для оценки использованного объема:

- объемы легального промысла.
- объемы ННН-промысла.

3.1.6. Производство меда на природных лугах

Экосистемная услуга производства меда учитывает только ту часть меда, которая была собрана на природных лугах. По сути, этот мед обусловлен биомассой, которая была произведена природными экосистемами и изъята из них домашними пчелами.

Предоставленный объем услуги может быть оценен как потенциальное количество меда, который может быть собран на природных лугах. Для количественной оценки этого показателя необходимо знать площадь лугов и потенциальную продуктивность меда на них. Оценка в баллах может быть сделана на основе площади лугов в регионах. На основе использованной на данном этапе проекта карты экосистем Барталева и др. (2004) корректно выделить природные луга затруднительно. Для решения этой задачи необходима более подробная карта растительности.

Используемый объем услуги – количество меда, собранного с природных лугов. В базе данных «Регионы России» имеются данные об общем количестве произведенного меда по регионам страны (рис. 3.1.6). Для оценки экосистемной услуги необходимо вычленить из этого количества объем, собранный на природных лугах. Это может быть сделано на основании соотношения площадей природных лугов и энтомофильных сельскохозяйственных культур в регионах. Данные о площади основных энтомофильных культур в регионах имеются в БД «Регионы России» (см. раздел 3.2.4.1).

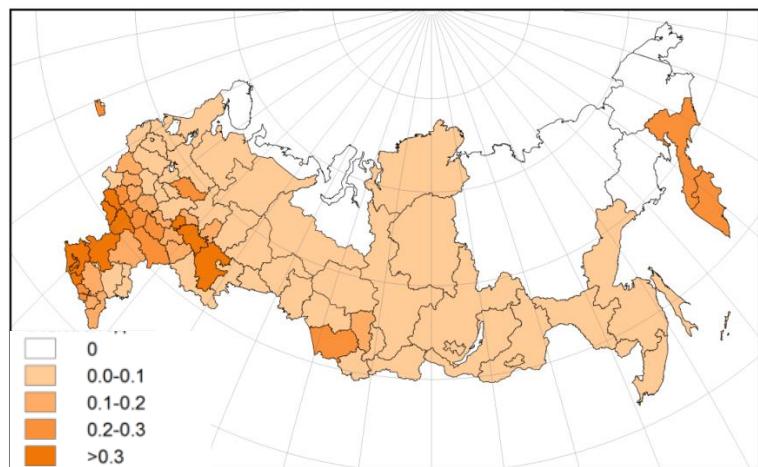


Рис. 3.1.6. Производство меда по данным БД «Регионы России» (т/тыс. га/год).

3.2. Средообразующие услуги

3.2.1. Услуги по регулированию климата и атмосферы

3.2.1.1. 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 представляется в органы РКИК ООН. Стоки парниковых газов в управляемые леса учитываются в национальных бюджетах парниковых газов в рамках РКИК ООН и Киотского протокола. Российская Федерация ежегодно представляет соответствующую отчетность в органы РКИК ООН. Управляемые леса в России имеют площадь около 700 млн га (около 73% от территории всех лесов России).

Оценки величины стока углерода в леса России, проведенные разными авторами, варьируют в пределах 100-800 МтС/год (Замолодчиков и др., 2012, 2013, Моисеев, Филипчук, 2009, Dolman et al., 2012 и др.). Оценки годового стока углерода в управляемые леса после 2000-го года колеблются от 160 до 190 МтС/год (Национальный доклад..., 2013).

Характеристика вклада различных типов экосистем в депонирование атмосферного углерода (табл. 3.2.1.1) осуществлена на основе разработок научного коллектива из NASA (Dolman et al., 2012).

Таблица 3.2.1.1. Вклад различных экосистем в депонирование углекислого газа (по Dolman et al., 2012, с упрощениями). Положительные величины соответствуют поглощению углерода экосистемами, отрицательные – выделению

Тип экосистемы	Площадь, млн га	Баланс углерода, Мт С в год
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

Наибольший вклад в депонирование углерода вносят леса, что связано не только с их преобладанием по площади, но и современным состоянием. Современный лесной покров России в значительной степени состоит из вторичных лесов разных стадий восстановления, что приводит к их высокой активности по депонированию атмосферного углерода. Стоящие на втором месте по площади травяно-кустарниковые экосистемы (в основном это зональные и горные тундры) являются слабым источником углерода, что связано с негативным воздействием потепления. По другим оценкам (Замолодчиков и др., 2013) сток углерода в леса России в начале 1990-х годов составлял около 50 Мт С в год, к середине 1990-х годов он возрос до 250 Мт С 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 России. Почти двукратное расхождение этих оценок стока углерода в леса России с табл. 5 связано с различием в методических подходах, что показывает необходимость уточнения данных методик и выбора единой основы для оценки и мониторинга данной экосистемной услуги в России.

Заметный сток углерода представлен болотами. Многие из болотных экосистем еще не завершили свой долгий сукцессионный путь после ближайшего оледенения. По другим оценкам при скорости депонирования углерода в 1,5 т С/га в год в целом торфяные болота депонируют 210 Мт С в год.

В расчете на единицу площади, наиболее активно углерод поглощают заброшенные пашни. Масштабное забрасывание пашен в нечерноземной зоне Европейской России происходило на протяжении 1990-х годов в период социально-экономических реформ. Экосистемы, восстанавливающиеся на месте выбывших из сельскохозяйственного оборота земель, ныне поглощают 43 Мт С в год (Kurganova et al., 2014).

Суммарный среднемноголетний потенциал стока углерода с долговременной фиксацией в степных экосистемах оценивается в 75 М тС/год (Смелянский, 2012). В целом же продуктивность степных экосистем в умеренном поясе оценивается в 7 – 10 т/га в год. Следует отметить, что продуктивность степных экосистем может варьировать более, чем в 10 раз в зависимости от степени увлажнения и прочих климатических факторов.

Предоставленный объем услуги по регулированию потоков парниковых газов оценен на основе данных о балансе углерода (Dolman et al., 2012; Швиденко, Щепашенко, 2014). Объемы ежегодного поглощения или выделения углерода для регионов показаны на рис. 3.2.1.1.

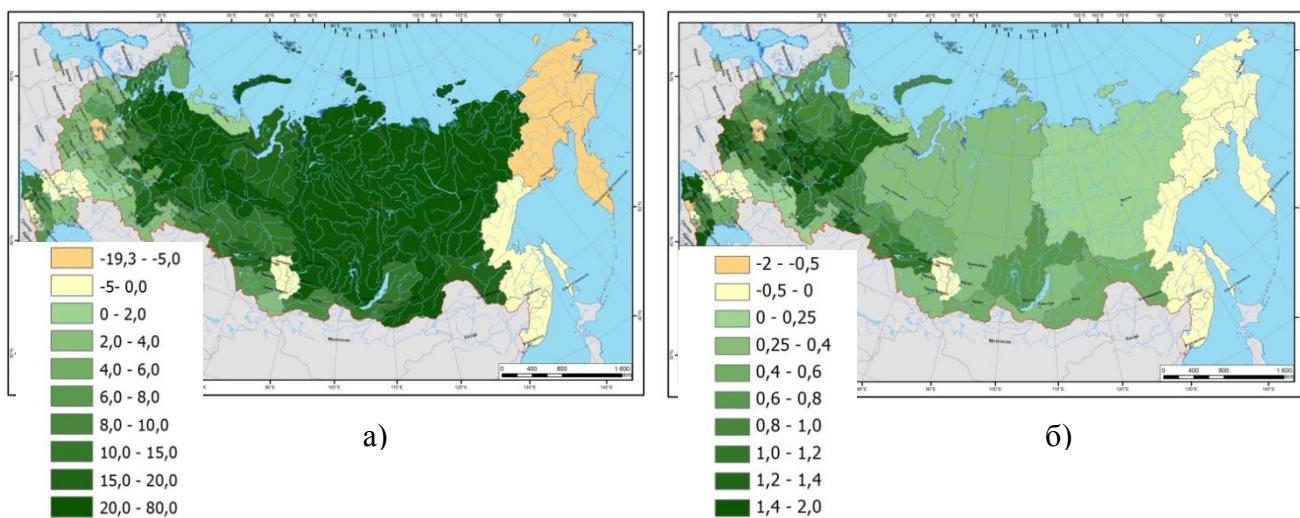


Рис. 3.2.1.1. Объем предоставленной экосистемами услуги по регулированию потоков парниковых газов:

- баланс углерода в наземных экосистемах, МтС/год;
- баланс углерода в наземных экосистемах на единицу площади региона, тС/га/год

Используемый объем услуги оценен в соответствии с современной международной практикой. Этот показатель определяется объемами СО₂, поглощенного экосистемами в результате целенаправленного управления ими человеком, которые затем могут быть использованы на углеродных рынках. К сожалению, Россия не имеет обязательство 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 по изменениям климата ООН. Российский доклад по инвентаризации парниковых газов (Национальный доклад о кадастре... 2014 а) включает оценки углеродного бюджета в управляемых лесах на территории 600, млн га. Приложение к докладу (Национальный доклад о кадастре..., 2014 б) содержит данные о балансе углерода в управляемых лесах России, которые можно считать объемом использованных «углеродных услуг», так как Россия официально декларирует наличие в этой категории лесов управления в соответствии с целями РКИК (рис. 3.2.1.2).

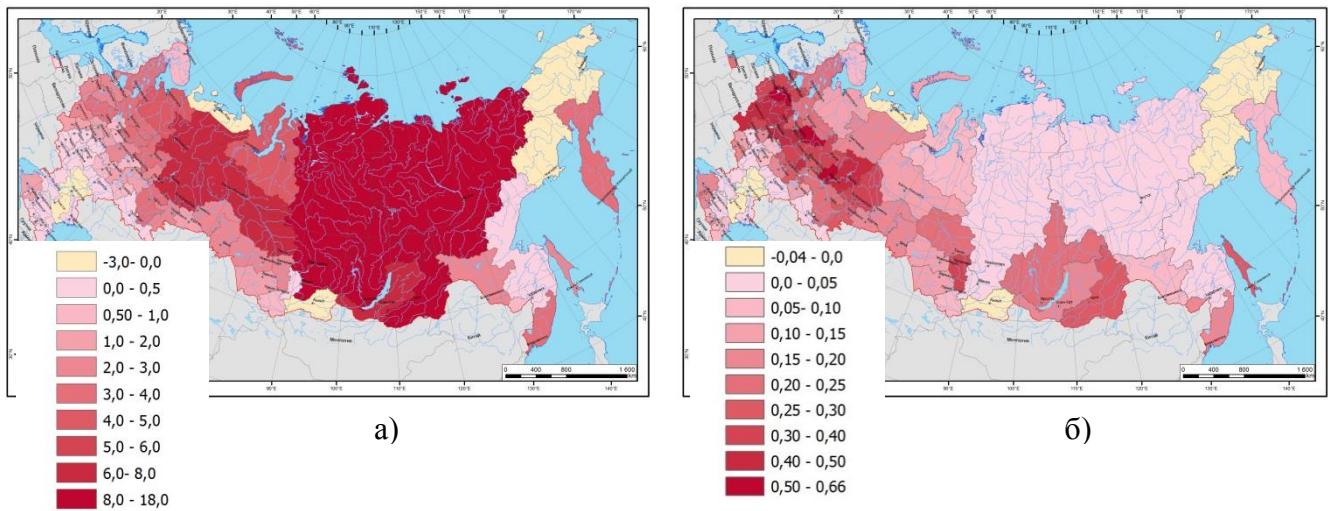


Рис. 3.2.1.2. Используемый объем услуги по регулированию потоков парниковых газов:
а) суммарное ежегодное поглощение или выделение углерода в управляемых лесах, MtC/год;
б) поглощение или выделение углерода на 1 га управляемых лесов, tC/га/год

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги

Степень использования данной экосистемной услуги оценена показателем доли регионального баланса углерода, учтенный в управляемых лесах (рис. 3.2.1.3). Полученная оценка делит регионы на 4 группы в зависимости от знака баланса углерода во всех наземных экосистемах и в управляемых лесах.



Рисунок 3.2.1.3. 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.

1 - (фиолетовая гамма на рис. 3.2.1.3) - баланс углерода и в наземных экосистемах, и в управляемых лесах положительный, то есть, и управляемые леса, и наземные экосистемы поглощают углерод. В эту группу входит большинство регионов России. Наиболее темный цвет

показывает регионы, где большая часть баланса учтена в управляемых лесах (в Ленинградской обл. показатель баланса для управляемых лесов превышает таковой для всех наземных экосистем, что, очевидно, объясняется неточностью использованных оценок).

2 - (розовая гамма на рис. 3.2.1.3) - баланс в наземных экосистемах отрицательный (они выделяют углерод), а баланс управляемых лесов – положительный (они поглощают углерод). Наиболее яркий цвет (Сахалин, Приморье, Кемеровская обл.) соответствует случаям, когда объем поглощаемого управляемым лесами углерода превышает объем углерода, выделяемого всеми наземными экосистемами.

3 - (желтый цвет на рис. 3.2.1.3) - баланс углерода в наземных экосистемах положительный (они поглощают углерод), а баланс в управляемых лесах – отрицательный (они выделяют углерод). В этой группе находятся Калмыкия, Тыва, Ненецкий АО.

4 - (оранжевая гамма на рис. 3.2.1.3) - баланс углерода и в наземных экосистемах, и в управляемых лесах – отрицательный. В этой группе находятся Чукотка, Магаданская и Волгоградская области.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

Для оценки *предоставленного объема*:

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

Для более адекватного *использования* данной услуги необходимо распространение климаторегулирующего менеджмента не только на управляемые леса, но и на другие типы экосистем, важные для регулирования потоков парниковых газов (тундры, болота, степи).

Хранение запасов углерода, накопленных природными экосистемами

Запасы углерода в живой и мертвый органике лесов⁶ составляют 49,4 Гт С.

Торфяные болота в России занимают площадь более 140 млн га и являются наиболее значимым на суше долговременным накопителем атмосферного углерода. Общий запас углерода, депонированный в торфяных болотах России, составляет 33,6 – 67,2 Гт С.

Степи, луга и их антропогенные модификации на черноземных почвах, включая залежи и пастбища, занимают в России более 220 млн га. Суммарный запас для степного биома в России можно оценить в 35 Гт С. Особенность депонирования углерода в степных экосистемах – долговременность его запасания и высокая надежность связывания. Это прямо следует из того, что основная часть углерода сохраняется в почве, где его подвижность невелика, и возможность эмиссии в ненарушенных степных экосистемах минимальна. Значительная эмиссия наблюдается только в случае антропогенных нарушений – прежде всего, вследствие распашки. Сохранение существующих степных экосистем от распашки само по себе обеспечивает (а) фиксацию углерода из атмосферы в количестве около 1,5 т/га ежегодно и (б) долгосрочное (многовековое) сохранение депо углерода в количестве около 700 т/га.

Площадь тундр России составляет 280 млн га (16% от территории страны). Запасы углерода в гумусе и торфе почвенного слоя для разных вариантов тундр варьируют в пределах 100-200 тС / га, суммарный запас углерода в почвах тундр России оценивается в 28,6 Гт С.

Предоставленный объем услуги по хранению запасов углерода оценен на основе данных проекта «Земельные ресурсы России». Получены карты запасов углерода в фитомассе и в почве для регионов, затем путем суммирования этих данных получена карта суммарных запасов углерода в регионах (рис. 3.2.1.4).

⁶ 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 на землях населенных пунктов – 6,2 млн га, леса на землях особо охраняемых территорий и объектов – 26,2 млн га, и земли лесов иных категорий – 6,8 млн га. Все лесопокрытая площадь земель лесного фонда России составляет на этот срок 797,1 млн га

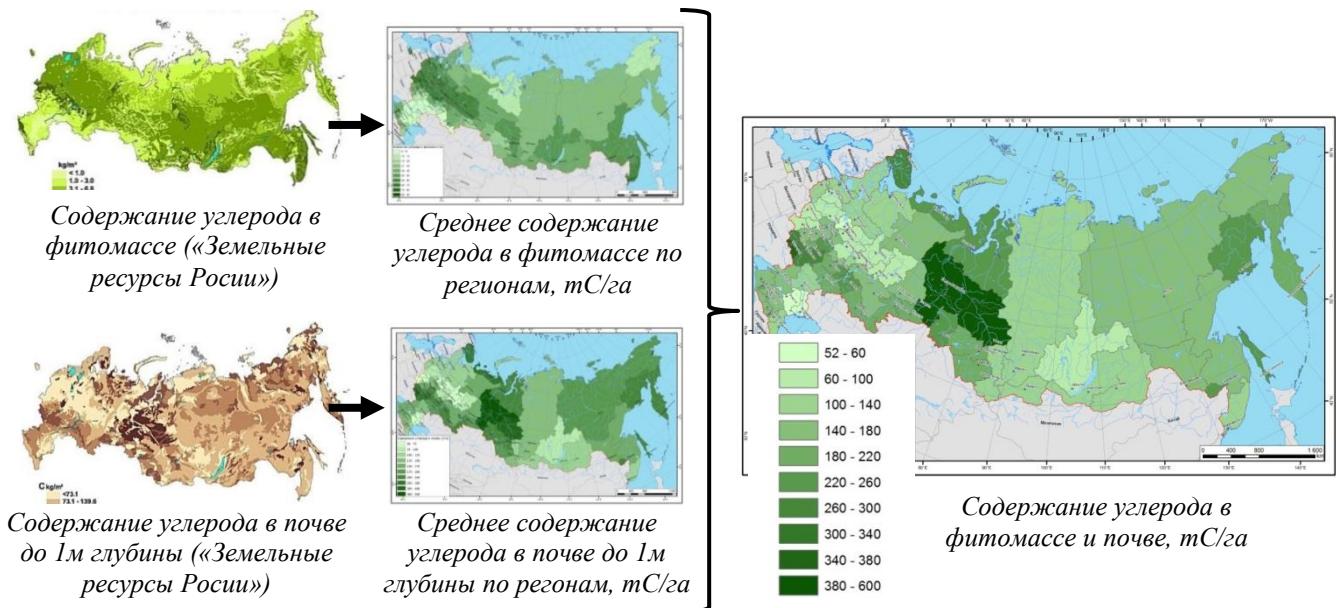


Рис. 3.2.1.4. Предоставленный объем услуги по хранению запасов углерода: содержание углерода в фитомассе и почве (tC/га) и схема его получения

Используемый объем услуги по хранению запасов углерода оценен, аналогично предыдущей услуге, на основе данных о запасах углерода в управляемых лесах России. Приложение к докладу (Национальный доклад о кадастре..., 2014 б) содержит данные о содержании углерода в биомассе, мертвый древесине, подстилке и 30-сантиметровом слое почвы по регионам России. Это количество углерода можно считать объемом использованных «углеродных услуг», так как Россия официально декларирует наличие в этой категории лесов управления в соответствии с целями РКИК.

Распределение объемов использованной услуги по регионам показано на рис. 3.2.1.5. Ряд северных (например, Ненецкий автономный округ) и южных (Астраханская, Волгоградская и др.) регионов имеют очень низкие показатели. Эти регионы расположены в зонах тундры и степей, 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.

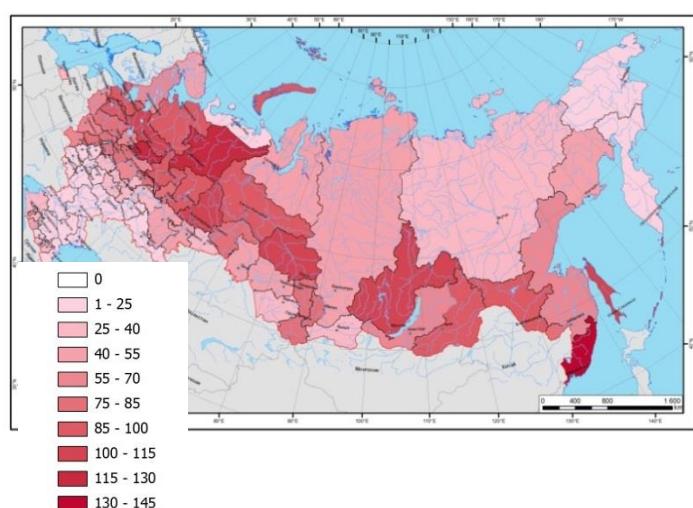


Рис. 3.2.1.5. Используемый объем услуги по хранению запасов углерода: запасы углерода в управляемых лесах (tC/га).

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги

Степень использования данной экосистемной услуги оценена показателем доли регионального запаса углерода, учтенный в управляемых лесах (рис. 3.2.1.6).

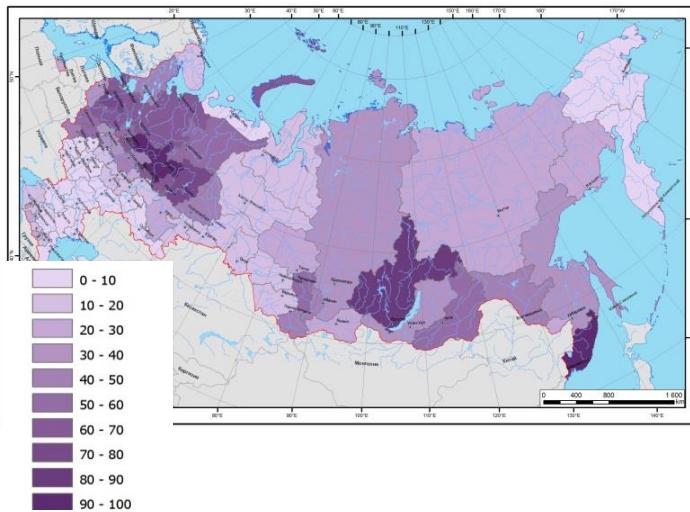


Рис. 3.2.1.6. Степень использования экосистемной услуги по хранению запасов углерода: доля регионального запаса углерода, учтенная в управляемых лесах

Данный индикатор показывает, что наиболее полно услуга используется в ряде лесных областей (Ярославская, Кировская, Иркутская область, Приморский край), где существенная доля запаса углерода оказывается в управляемых лесах. 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 хранению углерода используется крайне слабо (менее 20%), так как нелесные экосистемы не являются объектами климаторегулирующего менеджмента.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

Для оценки предоставленного объема:

- запасы углерода в наземных экосистемах, включая почвы;

Для более адекватного использования данной услуги необходимо распространение климаторегулирующего менеджмента не только на управляемые леса, но и на другие типы экосистем, в которых сохраняются существенные запасы углерода (тундры, болота, степи).

3.2.1.2. Биогеофизические механизмы регуляции климата живой природой

Из-за отсутствия необходимых данных и методологических проблем в Прототипе доклада имеется только постановка задачи оценки данной группы услуг.

К данной группе механизмов относится 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 МГЭИК, очень низок.

Глобальное значение биогеофизических климаторегулирующих функций российских экосистем определяется большой площадью страны, самой длинной в мире береговой линией России, северным расположением страны в зоне устойчивого зимнего снегового покрова. Значение изменений альbedo поверхности наиболее велико в регионах с существенной длительностью снежного периода. В таких условиях формируется положительная обратная связь между увеличением площади древесной и кустарниковой растительности, которое существенно

уменьшает альbedo и увеличением региональных температур, особенно весной. Влияние этой взаимосвязи на климат еще больше усиливается, если данный регион примыкает к океану – в этом случае возникает еще одна положительная связь между повышением региональных температур на суше и сокращением площади льда на прилежащих акваториях, которое в свою очередь уменьшает альbedo океана. Именно такие условия характерны для российской Арктики, что делает влияние этого региона на континентальный и глобальный климат чрезвычайно сильным.

Изменения площади и состояния природных экосистем, вызванные комплексом антропогенных и климатических факторов, будут оказывать серьезное влияние на климатическую систему.

3.2.1.3. Очистка воздуха растительностью

Экосистемная функция очистки воздуха растительностью имеет локально-региональный характер. Она «работает» непосредственно в населенных пунктах и промышленных зонах, обеспечивая людей чистым воздухом. Также данная услуга важна для предотвращения загрязнения сельскохозяйственных полей и территорий водосборов.

Предоставленный объем услуги оценен как количество загрязнений, которое может уловить растительность. Наиболее эффективно загрязнения улавливаются лесными насаждениями, поэтому на данном этапе объем предоставленной услуги оценивался, исходя из площади лесонасаждений. Поскольку загрязнение воздуха от промышленных объектов и транспорта наиболее интенсивно распространяется на первые километры от источника загрязнения, в оценку в качестве примера были включены лесонасаждения в зоне 5 км от городов. Оценка производилась по следующей схеме.

1. Определена площадь лесов в 5-километровой зоне вокруг городов. На основе карты наземных экосистем России (Барталев и др., 2004) городские территории были выделены в отдельный класс (рис. 3.2.1.3.1 а). Далее, для уточнения карты населенных пунктов по данным Всероссийской переписи населения 2010 года были выделены все населенные пункты с населением более 100 тыс. человек. Их число составило более 150. Было произведено уточнение границ городов, имевшихся на карте и добавление городов, которые там отсутствовали. Границы городов векторизовались на основе топографических карт масштаба 1:500000⁷. Затем вокруг городов были построены буферные зоны радиусом 5000 м (рис. 3.2.1.3.1 б) и произведен расчет площади лесов внутри пригородных зон по каждому субъекту РФ (рис. 3.2.1.3.1 в).

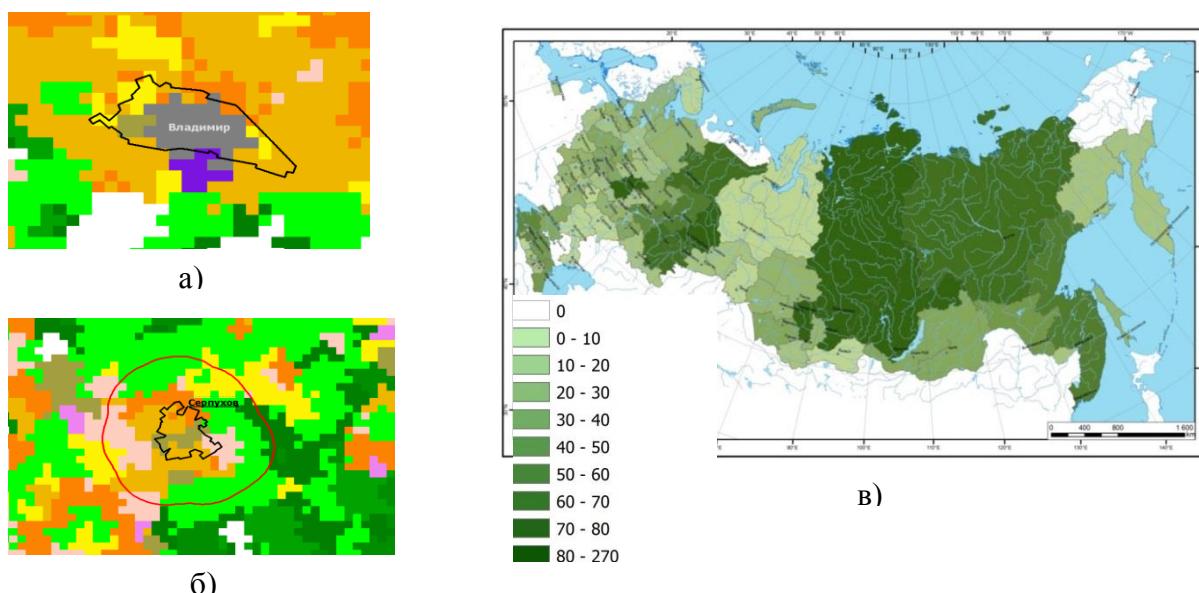


Рис. 3.2.1.3.1. Площадь лесов в пригородных 5-километровых зонах по регионам (тыс. га) и метод ее подсчета.

⁷ Площадь городов, определенная по карте Барталева существенно меньше значений их площади, указанных в Википедии, однако на данном этапе проекта ресурсов для уточнения площадей не было.

2. Определено количество токсических газов, которые могут быть уловлены пригородными лесами. Имеющиеся данные о количестве газообразных соединений серы, азота, хлора, фтора, которые могут быть поглощены насаждениями в течение вегетационного периода без критического вреда для деревьев, показывают, что порядок величин составляет десятки (Кулагин, 1974; Чернышенко, 2001; Тарабрин и др., 1984) или сотни килограммов в пределах 1000 кг (Артамонов, 1986; Лесная энциклопедия, 1985). Причем, одновременное действие на деревья сразу нескольких токсических газов снижает их газоустойчивость и газопоглотительную способность. На этом основании в качестве максимального объема токсических газов, которые могут быть поглощены растительностью, была принята 1 т/га в год. Исходя из этого значения, определено максимальное количество токсических газов, которое могут поглотить пригородные леса в регионах (рис. 3.2.1.3.2).

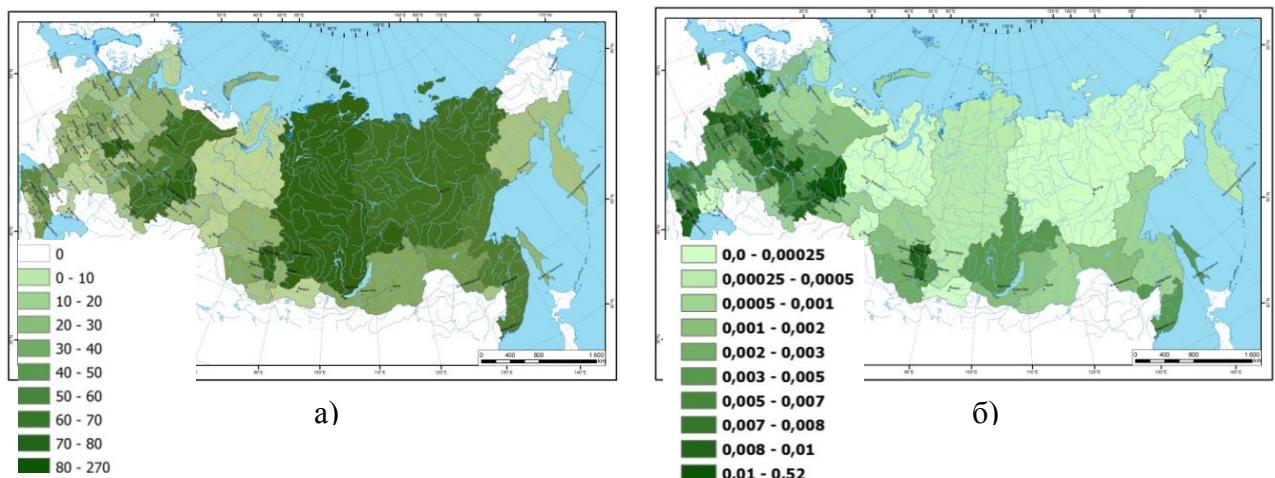


Рис. 3.2.1.3.2. Объем предоставленной лесами услуги по очистке воздуха:

- а) количество токсических газов, которые могут быть уловлены пригородными лесами (тыс. т/год);
 б) количество токсических газов, которые могут быть уловлены пригородными лесами на единицу площади региона (т/га/год)

Необходимый объем услуги по очистке воздуха от токсических газов равен объему их выбросов в атмосферу, поскольку в идеале атмосфера должна быть от них очищена. Этот показатель определен по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходящих от стационарных источников (база данных ФСГС «Регионы России») (рис. 3.2.1.3.3)

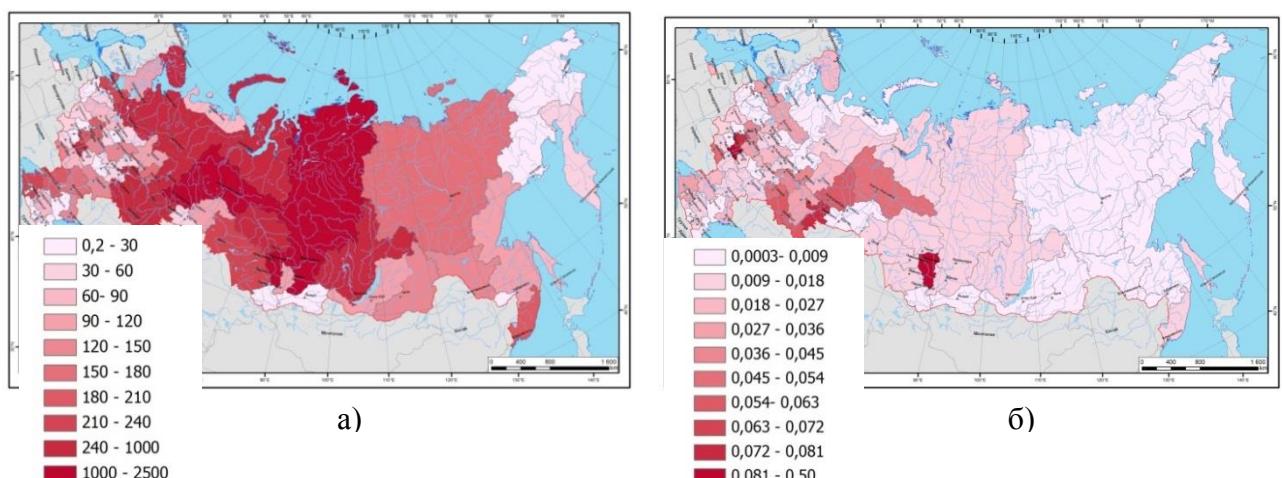


Рис. 3.2.1.3.3. Необходимый объем услуги по поглощению токсических газов лесами:

- а) суммарное количество выбросов от стационарных источников (тыс. т/год);
 б) количество выбросов от стационарных источников на единицу площади региона (т/га/год)

Используемый объем услуги по очистке воздуха от токсических газов равен количеству загрязнений, уловленных лесами. Этот показатель определяется при сопоставлении количества загрязнений, которые они могут поглотить (предоставленный объем), и количества выброшенных загрязнений (необходимый объем). Если леса могут поглотить больше загрязнений, чем выбрасываются, то они поглощают все выбросы, и использованный объем услуги равен необходимому объему. Если объем выбросов превышает ассимиляционную способность лесов, то они поглощают только то количество газов, которое способны поглотить, и использованный объем равен предоставленному. Полученные значения уловленных объемов токсических газов показаны на рис. 3.2.1.3.4. В большинстве регионов объемы выбросов превышают газопоглотительную способность пригородных лесов, поэтому в этих регионах использованный объем услуги равен поглотительной способности лесов, то есть, предоставленному объему (зеленый цвет на рис. 3.2.1.3.4). Однако в ряде регионов пригородные леса способны поглотить больше газов, чем их ежегодно выбрасывается (Калужская, Владимирская, Пензенская области, республики Адыгея, Кабардино-Балкарская, Северная Осетия, Ингушетия, Дагестан, Алтай). В них использованный объем услуги равен количеству выбросов, то есть, необходимому объему услуги (красный цвет на рис. 3.2.1.3.4).

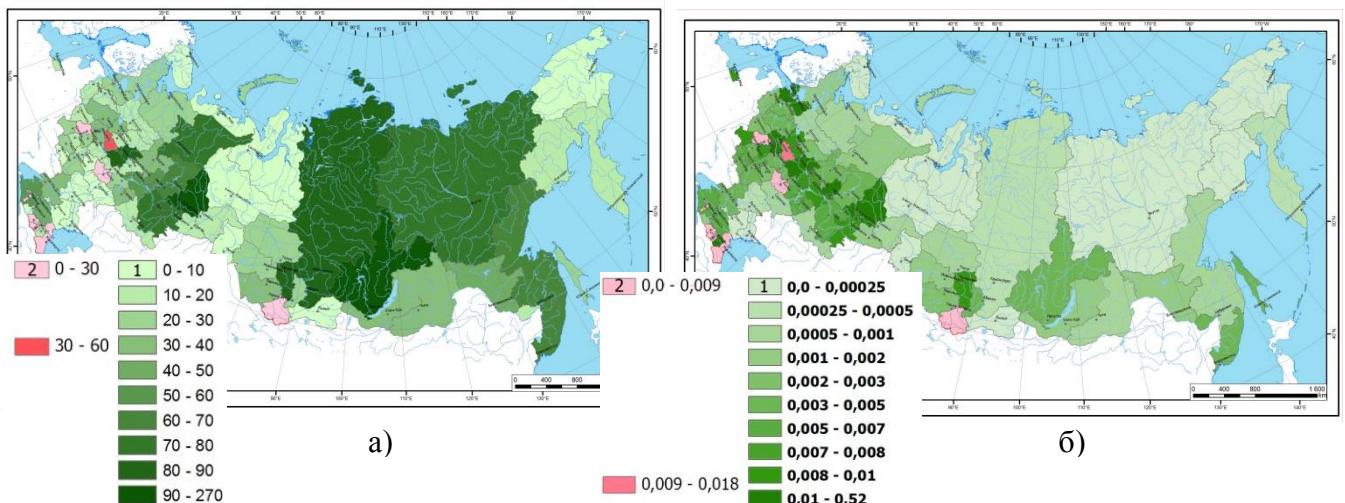


Рис. 3.2.1.3.4. Использованный объем услуги по поглощению токсических газов лесами:
 а) количество токсических газов, поглощаемое лесами (тыс. т/год);
 б) количество токсических газов, поглощаемое лесами на единицу площади региона (т/га/год).
 1 (зеленая гамма) – количество поглощенных газов равно поглотительной способности лесов;
 2 (красная гамма) – количество поглощенных газов равно объему выбросов;

Сопоставление предоставленного и необходимого объемов услуги

Для оценки данной услуги информативным является показатель степени обеспеченности услугой, а именно доля выбросов, которые могут быть уловлены пригородными лесами ($\frac{\text{Необходимый}}{\text{Предоставленный}} \times 100\%$). Как видно из рис. 3.2.1.3.5 (а), полностью или с некоторым избытком услугой обеспечены лишь несколько регионов, в которых газопоглотительная способности пригородных лесов превышает объемы выбросов (зеленая гамма на рис.). В большинстве регионов газопоглотительной способности пригородных лесов недостаточно для обезвреживания выбросов, многие регионы обеспечены ей менее, чем на 50% (светлые фиолетовые цвета на рис. 3.2.1.3.5 а). Поэтому в большинстве регионов страны остается существенное количество токсических выбросов, не поглощенное пригородными лесами ($\frac{\text{Необходимый}}{\text{Предоставленный}}$ – красный цвет на рис. 3.2.1.3.5 б, в). Зеленый цвет показывает, что все выбросы поглощены пригородными лесами.

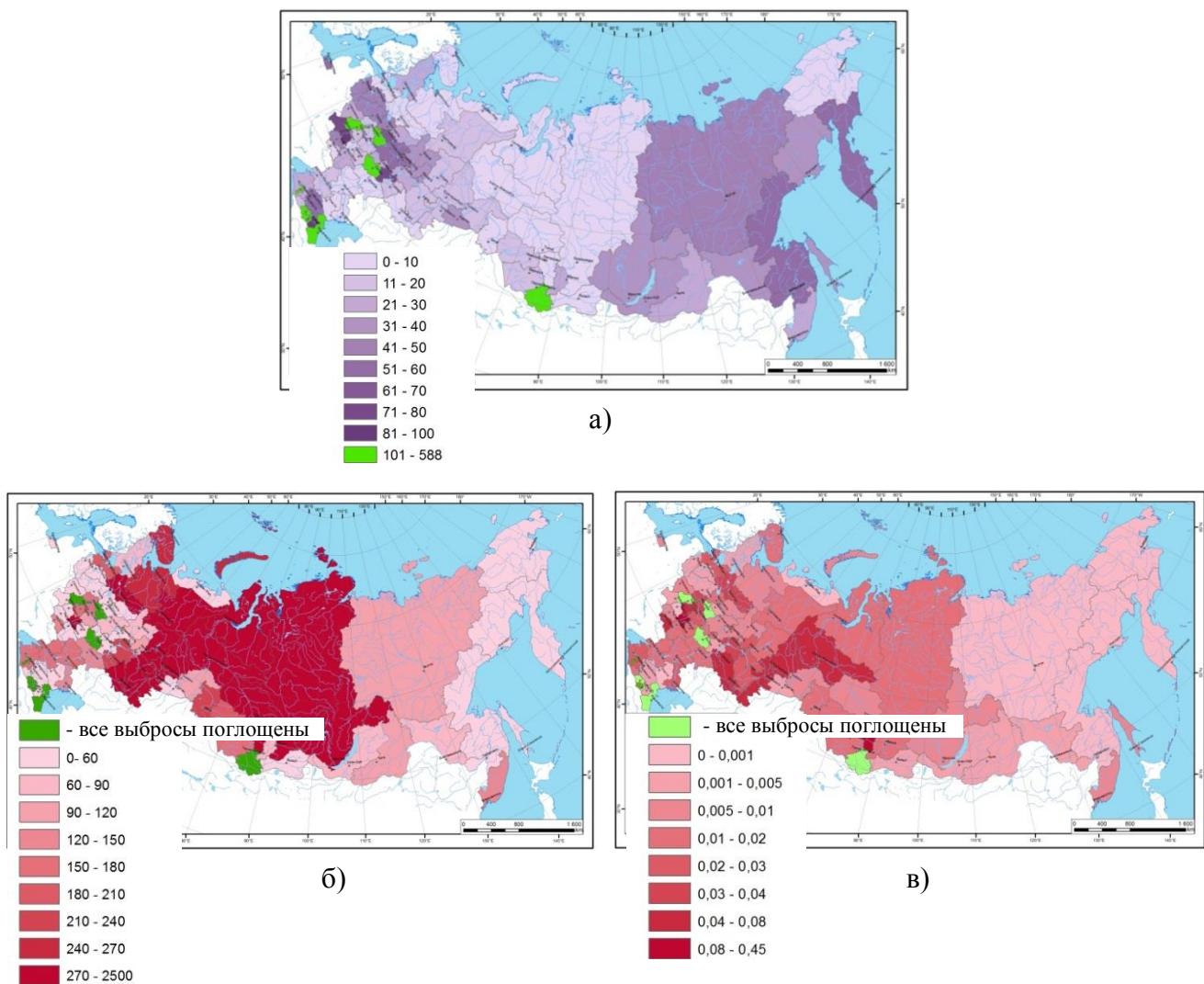


Рисунок 3.2.1.2.5. Степень обеспеченности услугой по поглощению токсических газов лесами:
а) доля выбросов, которые могут быть уловлены пригородными лесами (%);
б) остаток выбросов, не уловленный лесами (тыс. м³/год);
в) остаток выбросов, не уловленный лесами, на единицу площади региона м³/га/год);

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Для оценки предоставленного объема:

- количество токсических газов, аэрозолей и пыли, поглощаемых разными типами растительности с учетом зональных коэффициентов поглощения (для лесов – с учетом их породного и возрастного состава);
- количество токсических газов, аэрозолей и пыли, поглощаемых разными типами почв с учетом зональных коэффициентов поглощения;
- площадь разных типов растительности в пригородных зонах, для лесов – породный и возрастной состав лесонасаждений пригородных лесов с учетом площади лесов поселений по данным Государственного лесного реестра (рис. 3.2.1.2.6);
- соответствие газов, учитываемых в показателях поглощения растениями и в показателях выбросов в БД ФСГС;

Для оценки *необходимого и использованного объемов*:

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

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

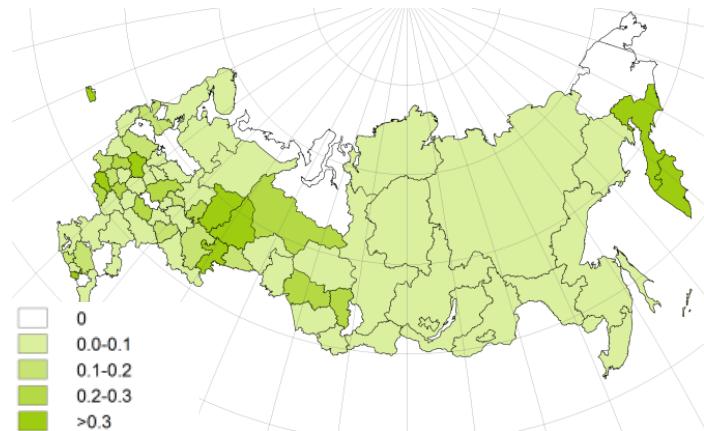


Рисунок 3.2.1.2.6. Площадь лесов поселений по данным Государственного лесного реестра (% от площади региона).

3.2.2. Услуги по регулированию гидросферы

3.2.2.1. Регуляция гидрологического режима территорий, стока воды, снижение интенсивности и ущерба от наводнений.

Водный баланс территории (водосборного бассейна) складывается из приходной части (атмосферные осадки, приток подземных вод из другого бассейна, приход в результате искусственного перераспределения стока) и расходной (физическое испарение с поверхности растительности и почвы, физическое испарение с поверхности водоемов, биологическое испарение, поверхностный сток, внутрипочвенный сток, подземный сток, в том числе в другие бассейны). Лесистость и характер лесной растительности может оказывать влияние на большинство элементов водного баланса.

Экосистемные услуги по регулированию стока воды включают в себя три компонента:

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

Водоохранные и водорегулирующие услуги являются примером так называемых ландшафтных услуг (см. раздел 4). Масштаб действия водоохранных и водорегулирующих услуг – региональный, а точнее – бассейновый. Необходимо учитывать направление стока: экосистемы в верхнем течении реки обеспечивают услугами регионы, которые находятся в нижнем течении.

Максимальное влияние на гидрологический режим территории оказывают леса, поэтому именно их характеристики необходимо учитывать для оценки данной группы экосистемных услуг. Понятие «оптимальная лесистость» (при всей его неоднозначности) позволяет выделить диапазон значений лесистости, при котором их изменения существенно влияют на характеристики стока, и поэтому в этом диапазоне лесистость можно считать основным фактором изменения стока. Представления об оптимальной лесистости и оптимальном расположении лесов в бассейне расходятся. По одним представлениям существует оптимальный верхний предел лесистости, ниже которого рост лесистости способствует росту водоохранных и водорегулирующих функций, а выше прирост ослабевает (Михович, 1981). По другим представлениям существует более или менее линейная связь лесистости с полезными функциями леса по отношению к стоку (Рахманов, 1971, 1975). По третьим представлениям зависимость стока от лесистости носит характер возрастания функций только до некоторого критического

значения. Высказаны прямо противоположные мнения как о наличии самого факта зависимости стока от лесистости, так и о виде этой зависимости, положительной или отрицательной. Относительно оптимального расположения лесов в бассейне высказаны мнения как о желательности роста лесистости по направлению к верхней части бассейна (Дубах, 1951), так и о желательности равномерного распределения лесов по бассейну (Молчанов, 1966; Побединский, 1979). Ряд исследователей, начиная с Докучаева, пришли к выводу, что причиной падения водности рек в Европейской России было не снижение лесистости как таковое, а вызванное обезлесением заливание из-за роста эрозии (Идзон, 1980).

Для оценки экосистемных водоохраных и водорегулирующих услуг леса наиболее удобно, при всей его неоднозначности, понятие «оптимальная лесистость». Оно (при допущении существования вообще) позволяет выделить диапазон значений лесистости, при котором ее изменение способствует изменению той или иной характеристики стока, и, следовательно, в этом диапазоне можно считать лесистость основным фактором изменения этой характеристики стока. Под оптимальной лесистостью, с одной стороны, может пониматься та доля лесопокрытой площади, при которой максимальна та или иная желательная для человека характеристика стока, обычно – суммарный объем стока, объем подземного стока в меженный период, показатели неравномерности стока по сезонам, показатели максимального или минимального стока. С другой стороны, отдельного внимания заслуживает такое значение лесистости, ниже которого интересующая характеристика стока быстро изменяется (лесистость «оказывает» экосистемную услугу по оптимизации стока), а выше которого изменяется медленно или остается на том же максимальном уровне. Иначе говоря, выше такого значения рост лесистости не дает дополнительного эффекта или его эффект становится менее значим по сравнению с другими факторами, т.е. экосистемная услуга леса перестает проявляться.

Необходимо отметить, что оценка водоохранной и водорегулирующих функций зависит от размера речного бассейна. Основное количество натурных измерений проводилось для малых бассейнов и малых водосборов, где способность водотоков дренировать подземные водоносные горизонты ослаблена или отсутствует. Перенесение закономерности, полученной на основании сравнения серии малых водосборов, на большие территории признано неправомерным. Например, размещение лесов по бассейну как фактор регулирования стока имеет значение только в достаточно больших бассейнах – примерно 2-го порядка, считая от моря, – как, например, бассейны Вятки, Ветлуги, Унжи, Ваги. Считается, что в большом бассейне, особенно пересекающем несколько ландшафтных зон, происходит нивелирование вкладов множества факторов.

Выделение собственно вклада лесистости в характеристики стока возможно не во всех условиях. Относительно проще он вычленяется в лесостепных и степных регионах, где наличие леса практически исключает формирование поверхностного стока, и, при прочих равных ландшафтных и гидрографических условиях, прирост подземного стока в меженный период в полностью аналогичных, но по-разному облесенных бассейнах можно полностью отнести за счет водорегулирующей услуги леса. В период максимального стока (для большинства рек России весной, для юга Дальнего Востока – летом, для Черноморского побережья Кавказа – зимой) прямая связь объема стока с лесистостью большинством исследователей отрицается. Однако практически всеми признается снижение максимальных расходов половодья и рост его длительности по мере роста лесистости. Соответственно, для близких по гидрографическим и ландшафтным характеристикам бассейнов вычленение влияния лесистости на максимальный сток возможно на основании сравнения этих показателей. Большая серия ограничений на вычленение вклада лесистости накладывается геологическим строением, несовпадением орографических и гидрогеологических водоразделов, различием средних высот и средних уклонов сравниваемых бассейнов. Тем не менее, основное количество статистически значимых закономерностей получено на основании корреляций лесистости бассейнов с разнообразными характеристиками стока или корреляций лесистости территории в некотором радиусе вокруг метеостанции с количеством осадков, измеренным на этой станции.

Итак, практически по всем изложенным пунктам мнения неоднозначны, что затрудняет оценку экосистемных услуг леса. Это связано с целой серией причин: с географической спецификой территории, для которой тот или иной исследователь вывел некоторую

закономерность; с разнообразием методических приемов исследования; с размерами изучаемых бассейнов; с площадным охватом изученной территории и количеством наблюдений; с приоритетом пространственного анализа либо анализа временных рядов наблюдений; с отношением исследователя к учету климатических изменений и др. Современное представление о неопределенной или неустойчивой гидрологической функции лесов (Онучин, 2013) сложилось из многочисленных претензий авторов друг к другу по применяемым методикам измерения показателей стока, испарения, осадков, учету географического положения (широта, высота, степень континентальности климата и др.) и ландшафтных условий (водопроницаемость грунтов, положение относительно долин и др.), интерпретации полученных результатов, учета фоновых условий (точка отсчета для сравнения). Необходимо констатировать, что абсолютно корректная оценка влияния леса вообще и лесистости в частности на сток возможна только при обеспечении абсолютной сопоставимости большого (статистически значимого) количества исследуемых бассейнов по размеру и ландшафтным условиям, что практически недостижимо в силу многофакторности процесса формирования стока. Поэтому необходима большая осторожность при попытках выделения «лесной» составляющей стока из прочих составляющих и строгая географическая привязка полученных закономерностей. Если в 1960-1970-х гг. в литературе встречается довольно много достаточно категоричных указаний на тот или иной процент оптимальной лесистости (Дубах, 1951; Бочков, 1959; Молчанов, 1966; 1973; Рахманов, 1962, 1971, 1975; Лебедев, 1964, 1982; Чижмакова, 1973; Матвеев, 1973; Оpritova, 1978; Побединский, 1979; Михович, 1981), то с 1980-х гг. исследователи предпочитали говорить о той или иной вероятности существования зависимости стока от лесистости (например, Идзон, 1980).

3.2.2.1.1. Водоохраные услуги

Лес может способствовать росту количества осадков через рост шероховатости поверхности и усиление восходящих потоков воздуха. Это важно для образования внутримассовой облачности (кучевообразной), усиления горизонтальных конденсационных осадков (роса, изморозь и т.п.) кронами. Лес может способствовать росту стока через усиление снегонакопления (особенно в лесостепных и степных регионах) за счет сокращения метелевого переноса снега, сублимации и испарения по сравнению с безлесными территориями.

По вопросу о влиянии леса на объем стока и количество осадков, т.е. о водоохраных функциях леса, единого общепринятого мнения не существует, что выразилось в современной концепции неопределенного влияния леса на сток (Онучин, 2013).

С точки зрения комплексной оценки экосистемных услуг леса важно высказанное мнение (Идзон, 1980), что, несмотря на отсутствие однозначной зависимости между лесистостью и стоком, рост лесопокрытой площади с целью максимального использования всех средообразующих функций леса никак не приведет к снижению подземного стока, а во многих случаях будет способствовать его росту, то есть будет достигаться основная экологическая гидрологическая ценность лесных экосистем.

Основные показатели водоохранной функции леса связаны с объемом суммарного годового речного стока по бассейну и количеством осадков, испытывающим влияние лесистости.

Влияние лесов на количество осадков и сток часто оценивается по приросту годового количества осадков и слоя стока на каждые 10 % прироста лесистости; при этом обязательно оговаривается диапазон значений лесистости для исследуемого региона, при котором эта зависимость существует (за исключением случаев, когда автор считает оправданной гипотезу об оптимальности стопроцентной лесистости бассейна).

Водоохранная роль леса проявляется в росте приходной части водного баланса, т.е. количества осадков, и сохранении и росте суммарного стока. Заинтересованность общества в росте суммарного стока безусловно различается в переувлажненных и вододефицитных регионах.

Считается, что в приросте осадков в лесных регионах большую роль играют горизонтальные конденсационные осадки (туман, роса, изморозь и т.п.). Прирост доли горизонтальных осадков в равнинных лесах, по сравнению с безлесными 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 верхней границы леса (до 30 %), причем этой

функцией леса обладают в возрасте 40-60 или 40-80 лет (Воронков, 1988, Крестовский, 1986). Мнения о том, хвойные или лиственные леса задерживают больше горизонтальных осадков, расходятся.

Положительная роль роста лесистости для суммы годовых осадков различается в секторах континентальности. Прирост годовых осадков в европейской части оценивается в 8-10 мм на каждый 10 % прироста лесистости, в 12-13 мм – в Западной Сибири. Это объясняется более интенсивной задержкой снега лесами в Западной Сибири за счет метелевого переноса; однако этот прирост сказывается при значениях лесистости от 0 до 30-40 %, что признается не всеми исследователями (Воронков, 1988). Другие исследователи считают, что абсолютное приращение осадков на каждые 10 % роста лесистости в Западной Сибири одинаково с лесной зоной Европейской части России (8-13 мм), но в процентном отношении приращение в 2 раза больше (Лебедев, 1964; Рахманов, 1962).

Исследования водоохранной роли леса как способности поддерживать годовой суммарный сток позволили оценить средние значения оптимальной лесистости равнинных регионов. По А.А. Молчанову (1965) она составляют для тайги 40-50 %, для зоны хвойно-широколиственных лесов 30-40 %, для лесостепи 20-25 %, для степи 10-15 %. Сторонники гипотезы *нелинейной зависимости* характеристик стока от лесистости называют верхние пороговые значения для приращения, говоря современным языком, экосистемных услуг леса. Например для зоны широколиственных лесов установлено, что модуль стока увеличивается особенно быстро при возрастании лесистости от 0 до 25-30 % (Будыко, 1956): при лесистости 17-23 % он оставляет 3,67 л/с*км², при лесистости 23-32 % - 4,25, а при лесистости 30-50 % приращение уменьшается и модуль стока составляет 4,52 л/с*км². Сторонники альтернативной гипотезы *линейной зависимости* и оптимальности стопроцентной лесистости подчеркивают региональные различия эффективности водоохранной функции леса, зависящие в основном от геолого-геоморфологических особенностей. Для зоны *смешанных и широколиственных лесов* в Смоленском гидрологическом районе с преобладанием 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 оценивается ниже с существенными различиями секторов с разной континентальностью климата: годовой сток рек Европейской части растет линейно - на 12-17 мм на каждые 10 % прироста лесистости, а 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 лесистости, а в зонах лиственных лесов и лесостепей сток обратно пропорционален лесистости (Шпак, 1968).

Для *горных регионов* с сочетанием лиственных и хвойных лесов в спектре высотной поясности установлены как линейные, так и нелинейные зависимости. В зависимости от этого называются или не называются критические либо оптимальные значения лесистости. В горных районах Урала в бассейнах с лесистостью более 80 % снижение ее от 100 до 60 % не влияет на годичный сток и почти не влияет на внутригодовое перераспределение стока при условии равномерности вырубок по бассейну: критический порог оценивается в 50-60 % (Побединский, 1979). Для гор Южной Сибири, Дальнего Востока доказан рост водоохранной функции с ростом лесистости. Оптимальная водоохранно-защитная лесистость в Саянах оценена для разных гидрологических районов в 60-90 % (Лебедев, 1964). На Сахалине критический порог лесистости оценен в 40-50 % (Клинцов, 1970), на Кавказе – в 75-90 % (Молчанов, 1966). В среднегорье Сихотэ-Алиня критический порог оценен в 60-70 % (Опритова, 1978). Различия в этих цифрах объясняются разными сочетаниями увлажнения в континентальных и приморских регионах и различиями преобладающих уклонов в горах современной складчатости и эпиплатформенного орогенеза. В горных районах Приморья региональную особенность муссонного климата составляет большая повторяемость туманов. Рост затрат на испарение при повышении лесистости перекрывается ростом горизонтальных конденсационных осадков, снижением физического испарения с поверхности почвы, ростом глубокого просачивания осадков. Поэтому с ростом лесистости до 80 % суммарный сток растет, при более высоких значениях прирост лесистости значения практически не имеет. Подземный сток не реагирует на снижение лесистости 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 (Опритова, 1978).

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

Оценка экосистемной услуги обеспечения объема стока

Экосистемная услуга по регуляции стока может рассматриваться в локальном, региональном и глобальном масштабе. Локально потребителями услуги являются компании и население, заинтересованные в наличии постоянных источников чистой воды. Регионально (на уровне речного бассейна) потребителями становятся муниципальные образования и участники экономической деятельности, связанной с водопользованием, а также население и хозяйствующие субъекты, заинтересованные в предотвращении наводнений и снижении ущерба от них. Глобально регуляция стока определяет отчасти океаническую циркуляцию, путем миграции морских биологических ресурсов.

В Прототипе Доклада рассмотрен лишь один компонент комплекса водоохраных услуг в масштабе субъектов Федерации, а именно – влияние растительности на объем регионального стока без учета воздействия растительности на объем осадков.

Влага на поверхность суши поступает в результате выпадения осадков, таяния льда, снега, из подземных вод. Возврат влаги в атмосферу происходит за счет испарения с земной или водной поверхности – так замыкается круговорот воды. Для целей оценки экосистемной услуги обеспечения стока можно исключить из рассмотрения ледниковый и подземный сток, поскольку эти источники влаги в наименьшей степени зависят от экосистем. Поток атмосферных осадков перераспределяется экосистемой: часть осадков перехватывается растительностью и испаряется ею, часть испаряется с поверхности почвы, часть просачивается в почву, часть формирует поверхностный сток. Почвенная влага поглощается в процессе жизнедеятельности растений и испаряется с их поверхности в процессе транспирации. Оставшаяся в почве влага просачивается в более глубокие горизонты в процессе инфильтрации, формируя почвенный сток. Водный баланс схематически показан на рис. 3.2.2.1.1.1.

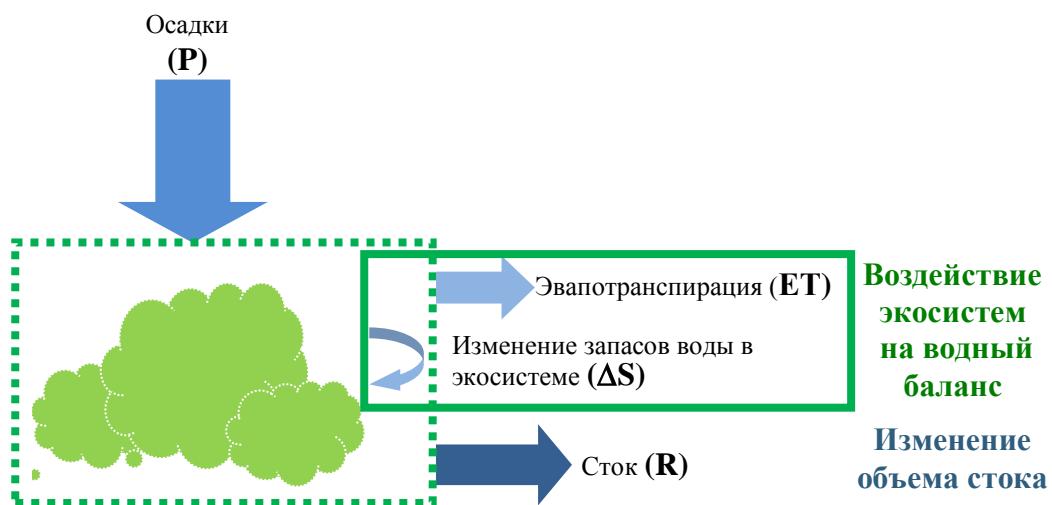


Рис. 3.2.2.1.1.1. Водный баланс и схема учета воздействия экосистемы на него.

Рассматривая приходы и расходы влаги на некоторую поверхность за определенное время, справедливо уравнение 1, называемое уравнением водного баланса (Львович, 1963). Уравнение 1 в наиболее общем виде можно записать следующим образом:

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

где единственной приходной величиной является количество осадков (P). Атмосферные осадки перераспределяются экосистемой и из них формируется сток (R), эвапотранспирация (ET), пополняются экосистемные резервуары влаги в биомассе и почве до уровня грунтовых вод (ΔS).

Сумму величины испарения (ET) и изменения запасов влаги (ΔS) в экосистеме можно рассматривать как совокупное воздействие экосистемы на водный баланс. Изменение этой суммы 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 рассматриваются как результат перераспределения атмосферных осадков экосистемами.

Представленная в данном разделе оценка экосистемной функции по обеспечению стока основана на сравнении реального стока с гипотетическим случаем, когда экосистемы не участвуют в перераспределении стока. Для этого необходимо ввести еще одну величину – потенциальное испарение. Потенциальное испарение PET или испаряемость – это испарение, не ограниченное запасами воды при существующих атмосферных условиях, которое может пониматься как следующие процессы⁸:

- испарение воды в испарителе (специальный метеорологический инструмент, обеспечивающий неограниченное поступление воды в резервуар, с которого происходит испарение для определения максимально возможного в данных условиях потенциального испарения);
- испарение с открытой водной 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 полностью обеспеченного влагой (референсная эвапотранспирация)⁹.

Представим себе, что территория, для которой проводится оценка, представляет собой резервуар, объем которого соответствует испаряемости. Разница между наблюдаемым стоком и потенциальным стоком (стоком в условиях, когда испарение равно испаряемости) рассматривается как объем услуги по обеспечению объема стока, предоставленный экосистемами (рис. 3.2.2.1.1.2).

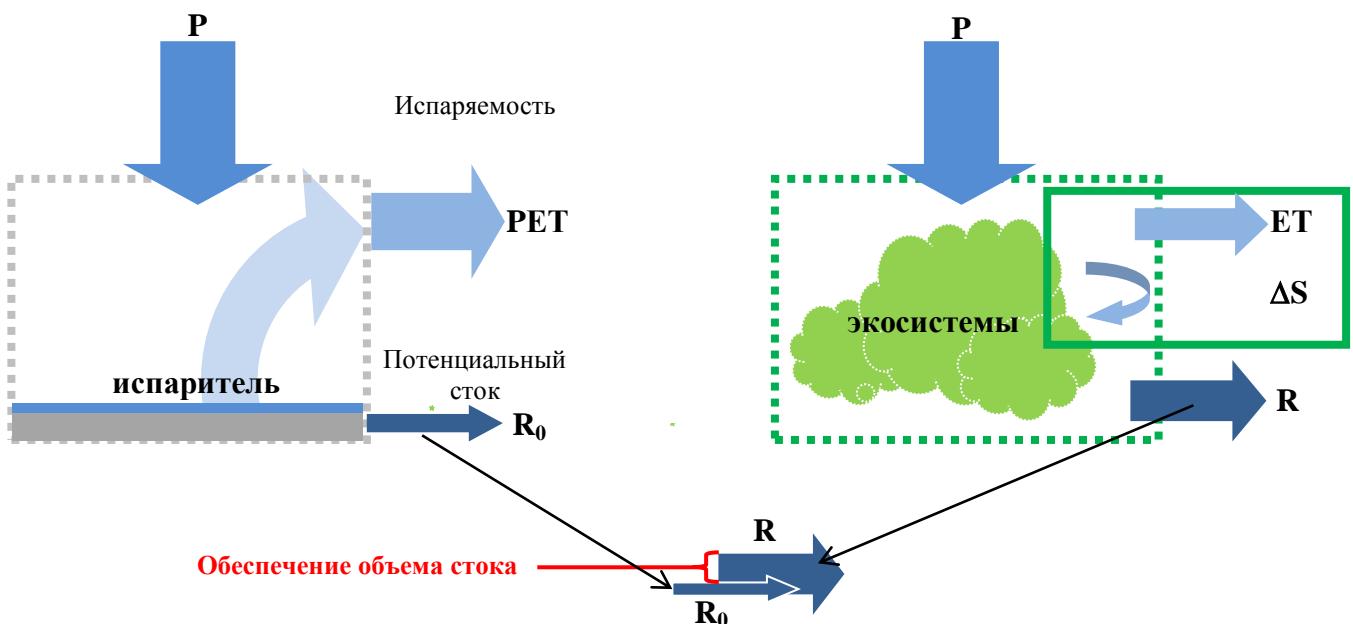


Рисунок 3.2.2.1.1.2. Схема оценки объема услуги по обеспечению стока, предоставленного экосистемами.

⁸ Испаряемость. Большая советская энциклопедия — М.: Советская энциклопедия. 1969—1978.

Испаряемость. Толковый словарь по почвоведению / Под ред. Роде А.А. — М.: Наука. 1975.

Испаряемость. Экологический словарь. — Алма-Ата: Наука. 1983.

⁹ Референсная эвапотранспирация в дальнейших расчетах основана на расчетных данных для условий растущего хорошо увлажненного луга (высота растений 12 см, альбедо 0.23, поверхностное сопротивление 70 см), полностью затеняющего почву (FAO, 2000).

Референсная эвапотранспирация используется при расчетах испаряемости для различных типов агрокосистем и водных объектов (Allen et al., 1998). В частности, для водных объектов глубиной менее 2 м среднегодовой коэффициент пересчета референсной эвапотранспирации (K_r) равен 1.05. Таким образом, референсная эвапотранспирация практически равна испаряемости с поверхности воды.

В подавляющем большинстве случаев реальное испарение в экосистеме не превышает испаряемости. В гипотетическом случае (территория – испаритель) в регионах с нормальным и избыточным увлажнением (где количество осадков больше испаряемости), испарение будет равно или больше испаряемости, а в засушливых регионах (где количество осадков меньше испаряемости) испарение будет меньше испаряемости. Когда резервуар испарителя полностью заполняется, разница между количеством осадков и испаряемостью представляет собой сток за пределы испарителя. Уравнение водного баланса для испарителя можно записать в виде уравнения 2.

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

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

Для дальнейшей оценки предоставленного объема экосистемной услуги функции по обеспечению объема стока использованы данные о количестве осадков, средней многолетней величине суммарного стока и величине подземного стока из проекта «Земельные ресурсы России». (Stolbovoi, McCallum, 2002). На основе этих данных получены средние значения показателей для регионов РФ.

В качестве первого шага были выявлены регионы с недостаточным увлажнением. Вычисление отношения количества осадков к величине референсной эвапотранспирации дало среднемноголетние средние за год и средние по площади субъектов РФ значения коэффициента увлажненности Высоцкого – Иванова (рис. 3.2.2.1.1.3).

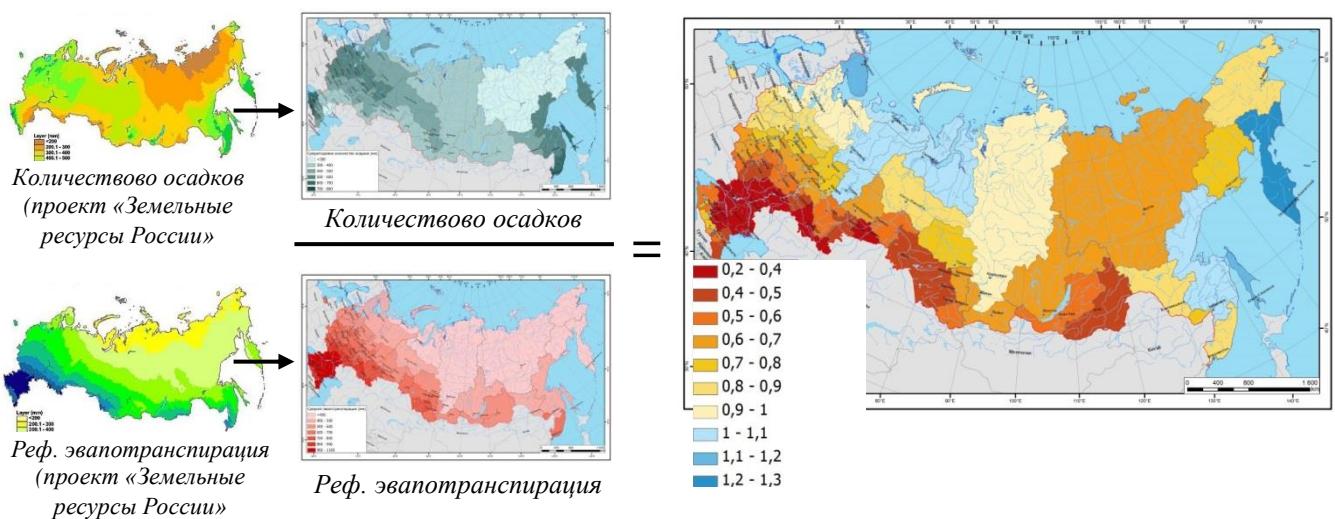


Рисунок 3.2.2.1.1.3. Коэффициент увлажнения по субъектам Российской Федерации и схема его подсчета

Рисунок 3.2.2.1.1.3 показывает, что большая часть субъектов РФ имеет недостаточное увлажнение (коэффициент увлажненности менее 1.0). Это значит, что в этих регионах экосистемы обеспечивают формирование 100% поверхностного стока.

Увлажнение имеет субширотную зональность и в направлении с севера на юг снижается. Однако в субъектах, расположенных в Центральном и в Западном Прикаспии, увлажнение становится выше. Центром резко недостаточного увлажнения является Прикаспийская низменность (Республика Калмыкия, Астраханская и Волгоградская области). На этих территориях испаряемость превышает количество осадков, следовательно, в гипотетическом случае (вся территория региона является испарителем) сток был бы равен нулю.

Территории с нормальным и избыточным увлажнением (коэффициент увлажненности равен или превышает 1.0) тяготеют к северу Восточно-Европейской равнины и Сибири, а также размещаются в области влияния муссонной циркуляции на Дальнем Востоке. Здесь роль экосистем в формировании объема поверхностного стока составляет менее 100% стока.

Например, в Камчатском крае количество осадков превышает испаряемость на величину на 33% большую, чем величина поверхностного стока.

Абсолютные значения вклада экосистем в формирование объема стока можно получить вычитанием величины гипотетического стока из величины реального поверхностного стока (рис. 3.2.2.1.1.4).

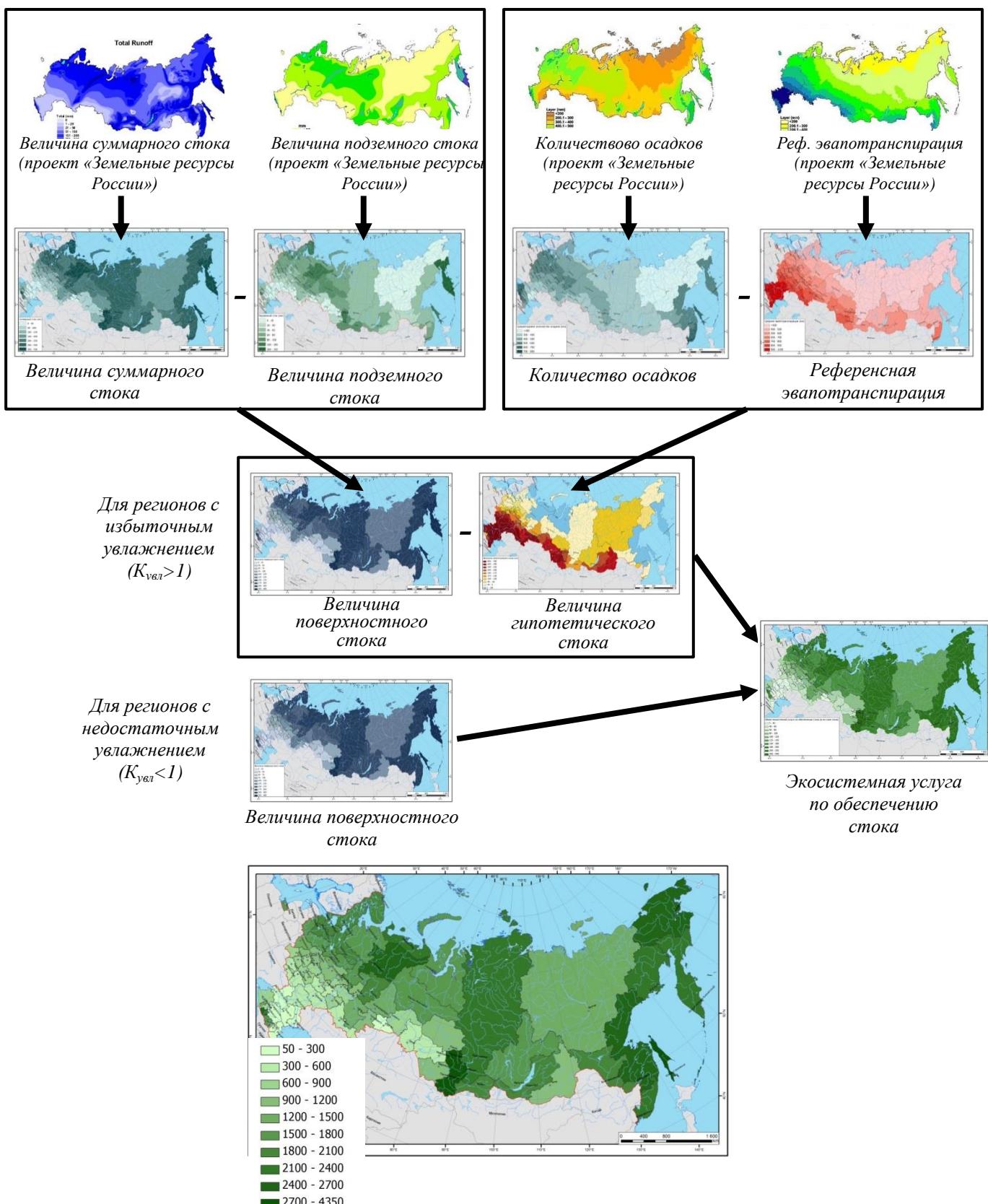


Рисунок 3.2.2.1.1.4. Объем экосистемной услуги по обеспечению стока ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$) и схема его оценки в субъектах РФ с недостаточным и избыточным увлажнением

Величина гипотетического стока в соответствии с уравнением (2) получена с помощью вычитания величины потенциального испарения (референсной эвапотранспирации) из значений величины осадков. Поскольку в регионах с недостаточным увлажнением величина потенциального испарения превышает количество осадков, в них значение гипотетического стока являются отрицательными (дефицит увлажнения). Величина поверхностного стока получена вычитанием величины подземного стока из суммарного стока. Экосистемный вклад в обеспечение объема стока определяется разностью между реальным поверхностным стоком и гипотетическим стоком. При этом вычитание отрицательных значений последнего показателя меняет в уравнении знак «-» на «+» (см. примеры в таблице). Далее, для оценки реального объема стока, который определяется функционированием экосистем, предлагается для засушливых регионов, где 100% стока формируются экосистемами, принять объем «экосистемного стока» равным среднемноголетним значениям поверхностного стока. Для регионов с умеренным и высоким увлажнением, где экосистемы формируют менее 100% стока, «экосистемный сток» равен полученной величине экосистемного вклада.

Объем экосистемной услуги по обеспечению стока («экосистемный сток») изменяется от 50 $m^3/га/год$ (Астраханская область) до 4350 $m^3/га/год$ (Республика Алтай). Большинство субъектов РФ характеризуется экосистемной обеспеченностью стока в пределах 200 мм. Большие значения формирования объема стока экосистемами характерны преимущественно для регионов с нормальным и избыточным увлажнением, а также горных районов – Республика Алтай, Кемеровская область и Карачаево-Черкесская Республика. Высокие значения в горных регионах обусловлены тем, что имеющихся данных недостаточно для учета ледникового стока. Поэтому для высокогорных регионов с высокой долей ледникового питания рек характерны повышенные значения влияния экосистем на сток. В действительности экосистемную роль следовало бы понизить за счет учета влияния ледников.

Примеры, демонстрирующие, каким образом экосистемы обеспечивают сток приведены в таблице 3.2.2.1.1.

Таблица 3.2.2.1.1. Показатели для оценки экосистемной услуги по обеспечению объема стока в выбранных субъектах Федерации.

	Тыва	Саратовская обл.	Сахалинская обл.
Осадки, мм	393	362	620
Сумм сток, мм	268	56	605
Подземный сток, мм	80	12	
Поверх сток, мм	$268 - 80 = 188$	$56 - 12 = 44$	468
Пот. испарение, мм	557	887	498
Гипотет. сток, мм	$393 - 557 = -164$	$362 - 887 = -525$	$620 - 498 = 122$
Экосист. вклад, мм	$188 - (-164) = 352$	$44 - (-525) = 569$	$468 - 122 = 346$
Объем услуги по обеспечению стока, мм	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 составляет 557 мм. Для восполнения дефицита увлажнения требуется 164 мм осадков, если представить что территория Тывы является неглубоким водоемом. Однако степная и лесостепная растительность, расчлененный рельефа приводит к формированию поверхностного слоя стока 188 мм. Таким образом, вклад экосистем в обеспечение объема стока составляет $188 \text{ мм} + 164 \text{ мм} = 352 \text{ мм}$. Экосистемный компонент в реальном поверхностном стоке равен 100%, то есть 188 мм. Следовательно, роль экосистем в обеспечении стока в Республике Тыва заключается в перераспределении осадков следующим образом: 352 мм, то есть, 89% осадков задерживаются экосистемами, 11% осадков испаряется. Из задержанных 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 превышает среднегодовое количество осадков. Следовательно, экосистемы Саратовской области формируют из 12% осадков (44 мм/362 мм) весь поверхностный сток, а 88% осадков задерживаются экосистемой и 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 мм – 498 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 испаряются.

Использованный объем услуги оценен как объем использования свежей воды по базе данных ФСГС «Регионы России» (рис. 3.3.2.1.5). Во всех субъектах РФ, кроме Москвы и Санкт-Петербурга, объемы использования свежей воды составляют десятки и сотни $\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$. В Москве и Санкт-Петербурге водопотребление измеряется тысячами $\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$.

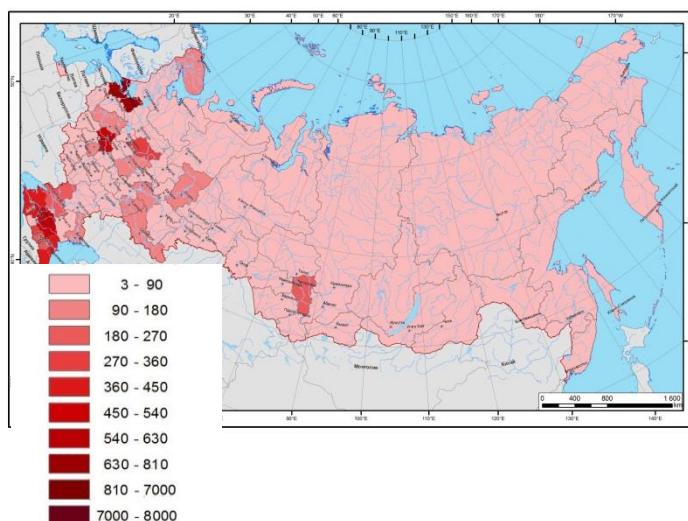


Рисунок 3.2.2.1.1.5. Объем использованной услуги по обеспечению стока: использованный в хозяйстве объем свежей воды ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$).

Сопоставление предоставленного и использованного объемов услуги

Как видно из рис. 3.2.2.1.1.4 и 3.2.2.1.1.5, предоставленный и используемый объемы услуги сопоставимы. Поэтому достаточно информативным является показатель остатка неиспользованного объема услуги (У предоставленный - У использованный), то есть, неиспользованный человеком остаток «экосистемного стока» (рис. 3.2.2.1.1.6).

Почти на всей территории России использование свежей воды не превышает объемов регулирования стока экосистемами (зеленый цвет), однако в Московской области, южных регионах Европейской части и Западной Сибири он используется почти полностью (светло-зеленый цвет). 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. В Москве и Санкт-Петербурге объемы водопользования на 1 га территории (5000-6000 $\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$) превышают самые высокие показатели экосистемного регулирования, полученные для территории страны (4350 $\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$ в Республике Алтай).

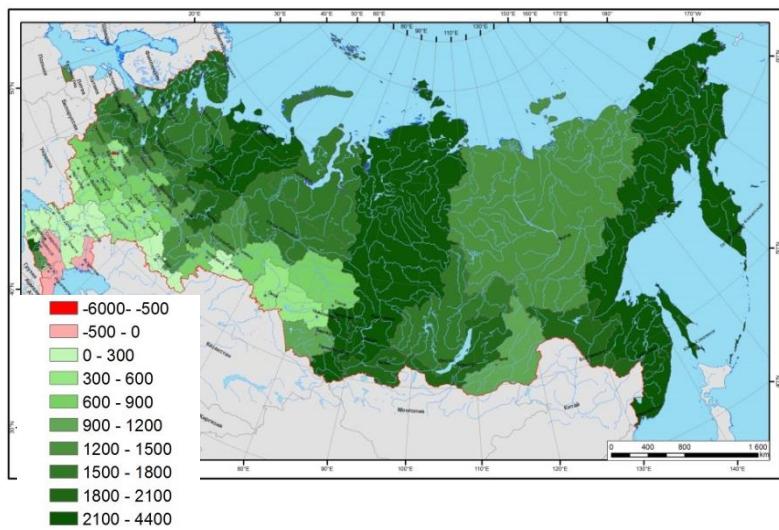


Рисунок 3.2.2.1.1.6. Неиспользованный человеком остаток объема экосистемного регулирования стока ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$).

На рисунке 3.2.2.1.1.7 представлено число регионов в зависимости от соотношения их рангов по предоставленному и использованному 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.

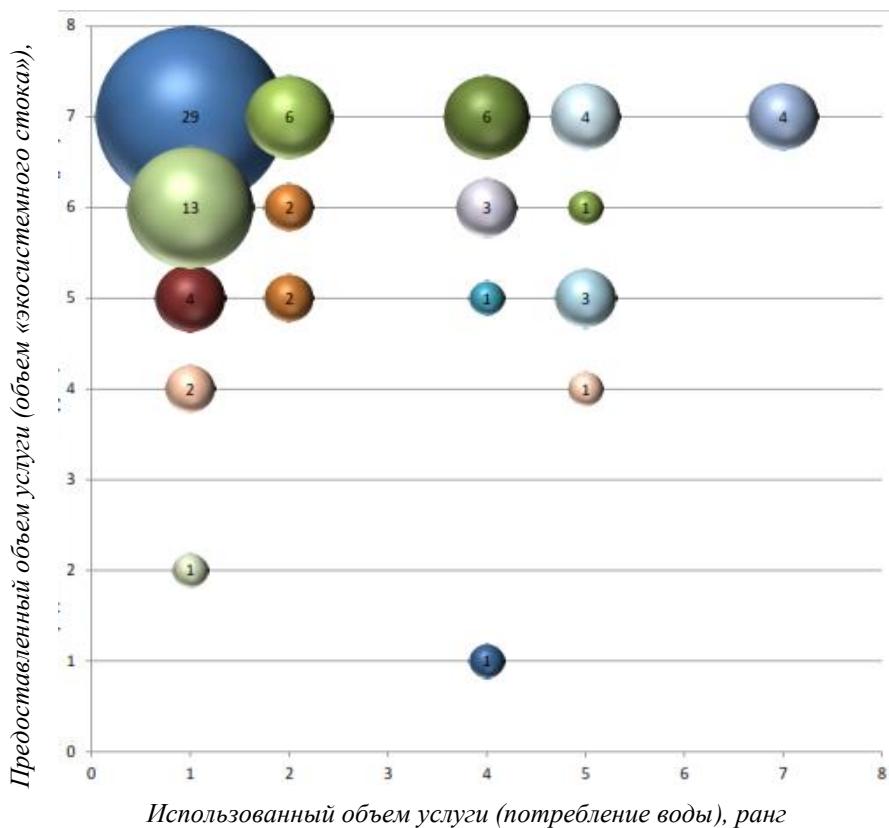


Рисунок 3.2.2.1.1.7. Соотношение балльных оценок предоставленного и использованного объемов экосистемной услуги по обеспечению стока в субъектах РФ в рангах: 1 – 0-0.005, 2 - 0.005-0.0075, 3 – 0.0075-0.01, 4 – 0.01-0.02, 5 – 0.02-0.05, 6 - 0.05-0.1, 7 – 0.1-0.75 млн $\text{м}^3/\text{км}^2$. Размер пузырька и число в его центре соответствуют количеству субъектов с определенным сочетанием спроса и предложения.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Использованный метод оценки экосистемной функции по обеспечению стока эффективен только в макрорегиональном масштабе. Осреднение данных по регионам снижает точность оценки. 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 Федерации. Необходимо проведение аналогичной оценки с учетом реального испарения, с определением величины задерживаемой 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 снегу, измеренные на метеостанциях;
- величины стока, измеряемые на гидропостах,
- измеренные величины вклада снегового, дождевого, ледникового и подземного стока.

3.2.2.1.2. Водорегулирующие услуги: стабилизация стока, снижение ущерба от паводков, наводнений, засух

В настоящее время как основная ценность, с точки зрения концепции экосистемных услуг, рассматривается вклад леса в выравнивание годового стока и повышение уровня вод в летнюю и зимнюю межень за счет удлинения срока снеготаяния (по сравнению с безлесными территориями) и усиления питания грунтовых вод.

О водорегулирующей функции лесов, сформировалось более или менее единое мнение исследователей.

Лес может способствовать росту подземного стока и уменьшению поверхностного (следовательно – и сокращению эрозии) за счет роста водопроницаемости почв и грунтов, задерживающей роли лесной подстилки, сокращения скорости снеготаяния, сохранения более слабого промерзания почв или непромерзания, росту минимального стока, сокращению максимумов половодья.

Наконец, господствующая в настоящее время концепция неопределенной гидрологической роли лесов в большой степени исходит из установленного факта, что водорегулирующие функции проявляются неодинаково в зависимости от погодных условий конкретного года. Водорегулирующие функции леса усиливаются в маловодные годы, ослабляются – в многоводные.

Основные показатели водорегулирующей функции лесов связаны с соотношением объема стока по сезонам и соотношением поверхностного и подземного стока (коэффициент поверхностного стока, отношение максимального расхода в половодье к среднему, доля стока за период половодья, отношение подземного стока к суммарному, отношение продолжительности подъема половодья к длительности половодья, отношение максимального расхода в половодье к его среднему расходу, отношение максимального месячного объема стока к минимальному, отношение наивысшего расхода половодья к минимальному годовому и др.).

Водорегулирующая функция леса, т.е. способность выравнивать внутригодовые колебания за счет повышения подземной составляющей стока, также подчиняется зональным различиям. Водорегулирующая роль почвы снижается с юга на север по мере уменьшения корнеобитаемого слоя (Воронков, 1988). Чем ближе к степной зоне, тем сильнее выражена водорегулирующая функция леса, в основном за счет способности леса в лесостепной и степной зоне практически полностью переводить поверхностный сток в подземный. Сторонники гипотезы оптимальности максимальной лесистости по материалам исследований в лесной зоне Европейской части России оценивают прирост среднего годового стока с облесенных бассейнов в 80-100 мм, а модуля стока в 2,5-3,2 л/с*км², что позволяет рассчитывать прирост стока в единицах объема с малых бассейнов (Рахманов, 1971). Минимальный весенний сток достигается на севере и западе Европейской России при лесистости около 50 % на реках второго порядка типа Унжи, Ветлуги, а на полностью облесенных реках (например, Мезень, Вага) весеннеев половодье более высокое

(Дубах, 1951). Снижение максимального весеннего расхода при большой лесистости для Подмосковья оценивается в 2,5 -3,0 м³/с (Чижмакова, 1973).

В степных и лесостепных регионах критическое значение имеет вклад леса в рост подземного стока за счет усиленного снегонакопления и фильтрации талых вод. Во время летней межени сток на многих реках поддерживается исключительно за счет подземного питания. Полезащитное лесоразведение в степной зоне рассматривается как способ рационального использования естественных запасов влаги, то есть в основном удержания снега и талого стока, но никак не экономии ее для стока (Воронков, 1988). В степных и лесостепных регионах юга Восточно-Европейской равнины выявлена нелинейная параболическая зависимость подземного стока от лесистости (в некоторых регионах это относится и к суммарному речному стоку). Оптимальное максимальное значение лесистости, до достижения которого наблюдается рост подземного стока, т.е. приращение водорегулирующей функции, составляет: в ландшафтах полесского типа зоны широколиственных лесов 35-65 %, в лесостепи 19-24 %, в степи 16-19 %. При превышении этих значений водорегулирующая и водоохранная функции ослабевают (Михович, 1981). Недоучет параболического вида зависимости лежит в основе противоречий по вопросу о положительном или отрицательной вкладе лесистости в сток. При значениях ниже оптимальных рост лесистости способствует росту стока, при более высоких значениях рост лесистости снижает сток. Коэффициент поверхностного стока в лесостепной зоне сокращается до 0,15 при лесистости 20 %, а в степной при лесистости 10 % (Молчанов, 1973). На эродированных водосборах коэффициент стока резко падает по мере роста лесистости до 10 %, выше – несущественно (Молчанов, 1973). В лесостепях Сибири коэффициент неравномерности весеннего стока резко падает при лесистости более 30 % (Лебедев, 1964). Однако и в этом вопросе единства мнений исследователей нет: по мнению П.Ф. Идзона (1980), в лесостепной зоне нет доказательств приращения подземного стока за счет лесов.

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

Вода не только жизненно необходимый ресурс, но также и источник многих природных опасностей, например наводнений. Резкий подъем уровня воды может быть половодьем, то есть регулярным явлением, проявляющимся в результате снеготаяния, или носить кратковременный и хуже прогнозируемый характер, и тогда оно называется паводком. И в том, и в другом случае во время этих явлений резко увеличивается величина стока воды. Причины этого могут быть погодными, связанными с процессами на земной поверхности (например, прорыв озера), или с деятельностью человека (например, регуляция уровня воды в водохранилище). Резкое сокращение стока столь же маложелательно, как и его резкое увеличение. Причинами резких сокращений стока могут быть засухи, подпруживание рек обвалами или оползнями, и т.п.

Регуляция стока, то есть выравнивание его колебаний является одним из видов гидротехнической деятельности. Природные экосистемы также могут регулировать (стабилизировать) величину стока воды, например, за счет задержания и испарения влаги лесами или замедленной инфильтрации воды в болотных экосистемах.

Оценка услуги по регуляции вариабельности годового стока

Сток претерпевает внутри- и межгодовые изменения. Результатом такой вариабельности могут являться изменения уровня воды, изменения скорости наполнения водозаборов, пересыхание русел, засухи, а также катастрофические паводки и наводнения. Экосистемы принимают непосредственную роль в регуляции стока путем перераспределения количества осадков между испарением

В Прототипе Доклада рассмотрен лишь один компонент комплекса водорегулирующих услуг в масштабе субъектов Федерации, а именно – влияние экосистем на минимальные и максимальные значения годового стока.

Для оценки регуляции стока экосистемами использованы картографические данные о величине коэффициента вариации (C_v) среднегодового стока (отношение стандартного отклонения к среднему многолетнему значению) из проекта Земельные ресурсы России (рис.

3.2.2.1.2.1). 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 данных о средней величине стока из того же проекта, и коэффициента вариации, были рассчитаны значения максимального и минимального стока за многолетний период и отклонение величины стока от среднего многолетнего значения (дисперсия) (рис. 3.2.2.1.2.1). Распределение по территории России абсолютных значений амплитуды отклонений стока имеет иной характер, нежели коэффициент вариации стока: большая часть субъектов характеризуется вариабельностью стока в пределах 60 мм слоя стока. Более высокие значения характерны для субъектов на Северо-Западе Восточно-Европейской равнины и на Урале, Карачаево-Черкесской Республики, Республики Алтай, Республики Хакасии и Кемеровской области, Республики Бурятия, юга Дальнего Востока, Камчатского края и Магаданской области. Отмечается высокая корреляция ($r=0.84$) между абсолютными значениями вариабельности стока и величиной стока. Причем она одинакова как для общего стока, так и для поверхностного стока, и несколько меньше ($r=0.69$) для подземного стока, из чего можно сделать следующие выводы:

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

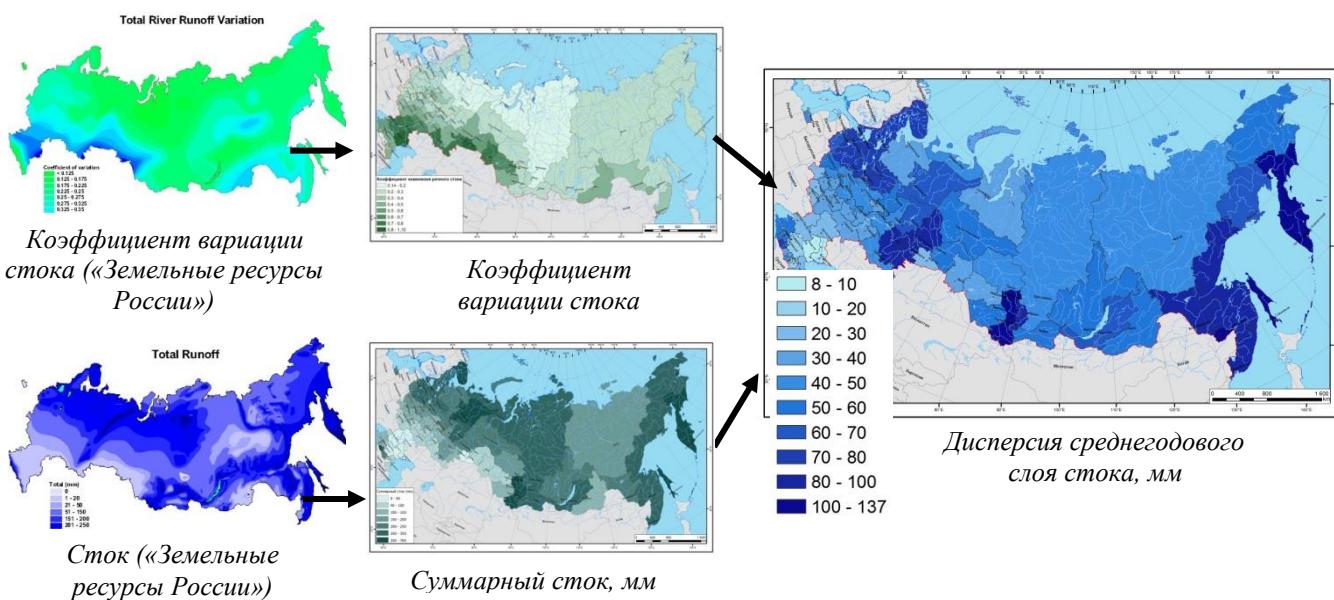


Рисунок 3.2.2.1.2.1. Дисперсия среднегодового слоя стока (мм) и схема получения этого показателя.

Для определения регуляции стока экосистемами данные по многолетней изменчивости стока были сравнены с изменчивостью осадков за тот же период (1961-1990). Данные по суммарным за год величинам осадков были получены по результатам обработки данных реанализа наблюдений на метеостанциях России в пространственной модели отдела Климатических исследований Университета Восточной Англии с разрешением $0.5 \times 0.5^\circ$ (CRU-TS v. 3.23, Harris et al., 2014). Обработка заключалась в определении коэффициента вариации осадков по формуле:

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

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 из субъектов РФ путем ГИС-анализа.

Далее была найдена разность дисперсий (произведение коэффициента вариации на среднее многолетнее значение) осадков и поверхностного стока за период 1961-1990 г. Физический

смысл этой операции заключается в следующем. Экосистемы в годовом цикле регулируют поверхностный сток. Регуляция подземного стока также осуществляется 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 испарением, осуществляя это за счет свойств экосистем. Межгодовая изменчивость поверхностного стока объясняется отчасти изменчивостью в поступлении осадков. Экосистемы, перераспределяя осадки между стоком и испарением, играют роль регулятора стока. Средняя многолетняя величина этой регуляции в абсолютном выражении (мм слоя стока) и найдена нами путем определения разности дисперсий осадков и стока, рис. 3.2.2.1.2.2.

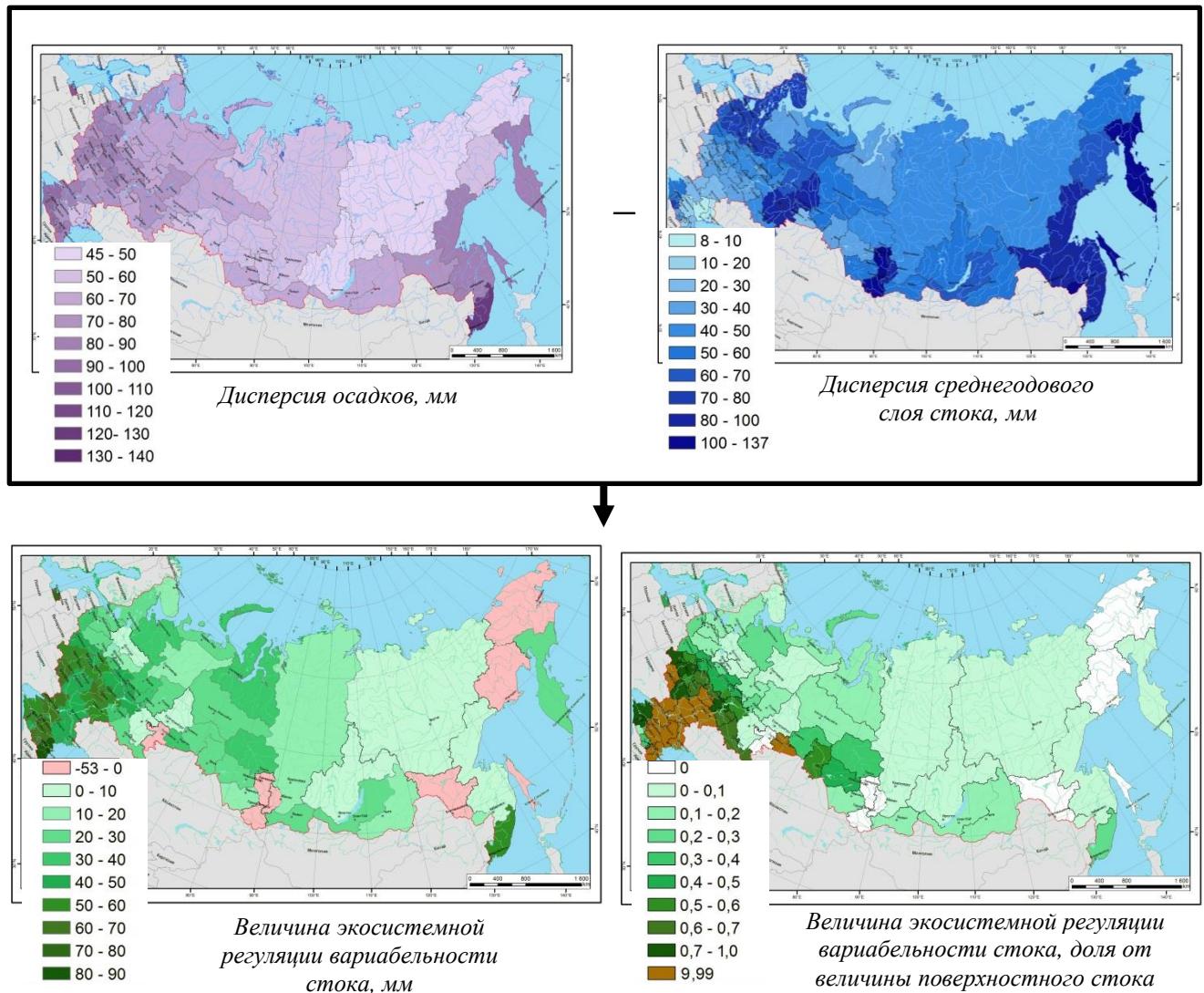


Рис. 3.2.2.1.2.2. Величина экосистемной регуляции вариабельности стока (мм).

Изменчивость осадков на большей территории России превышает изменчивость стока, разница вариабельности осадков и стока достигает 90 мм. Встречаются и отрицательные значения, которые указывают на регионы, в которых вариабельность осадков меньше вариабельности стока. Это может обуславливаться иными, помимо экосистем, факторами регуляции стока, которые играют роль, большую, чем экосистемная регуляция, к которым может быть отнесено, например, изменение подземного или ледникового стока, или зарегулированность рек за счет организации водохранилищ. Если взглянуть на карту распространения регионов с отрицательным значением величины экосистемной регуляции стока, то можно обратить внимание, что к ним относятся: Амурская область, Кемеровская область, Магаданская область,

Республика Алтай, Республика Хакасия, Сахалинская область, Челябинская область и Чукотский АО – по большей части горные ледниковые регионы или переувлажненные территории.

Относительный вклад экосистем в регуляцию стока в субъектах РФ был определен путем определения доли величины экосистемной регуляции стока от слоя поверхностного стока. При этом появляется еще одна категория регионов, в которой разница дисперсий осадков и стока превышает годовой слой стока (значения 9,99, коричневый цвет на карте), что говорит о том, что величина осадков в отдельные годы может превышать средний многолетний сток. Это означает, что роль экосистем в формировании стока в этих регионах ничтожна. К регионам, в которых наблюдается такой эффект относятся регионы степной зоны Европейской части РФ, Приволжья и Урала, Прикаспийские и Кавказские регионы. То есть в основном аридные районы РФ, в которых экосистемы практически не обеспечиваются стоком.

Балльная оценка предоставленного объему услуги по регуляции вариабельности стока получена на основании ее доли от величины поверхностного стока (рис. 3.2.2.1.2.3).

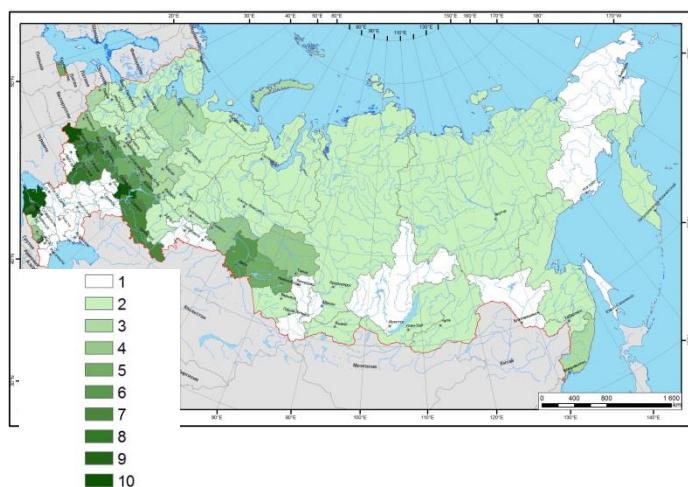


Рис. 3.2.2.1.2.3. Балльная оценка предложения экосистемной регуляции стока в субъектах РФ. Балл 1 и белый цвет показывают регионы, где экосистемная регуляция вариабельности стока фактически отсутствует.

Используемый объем услуги предварительно оценен в баллах на основании величины регионального ВВП на 1 га. Этот показатель использован как оценка возможного ущерба от нерегулируемых экосистемами колебаний стока. Предполагается, что в регионах с меньшим ВВП услуга используется в меньшей степени.

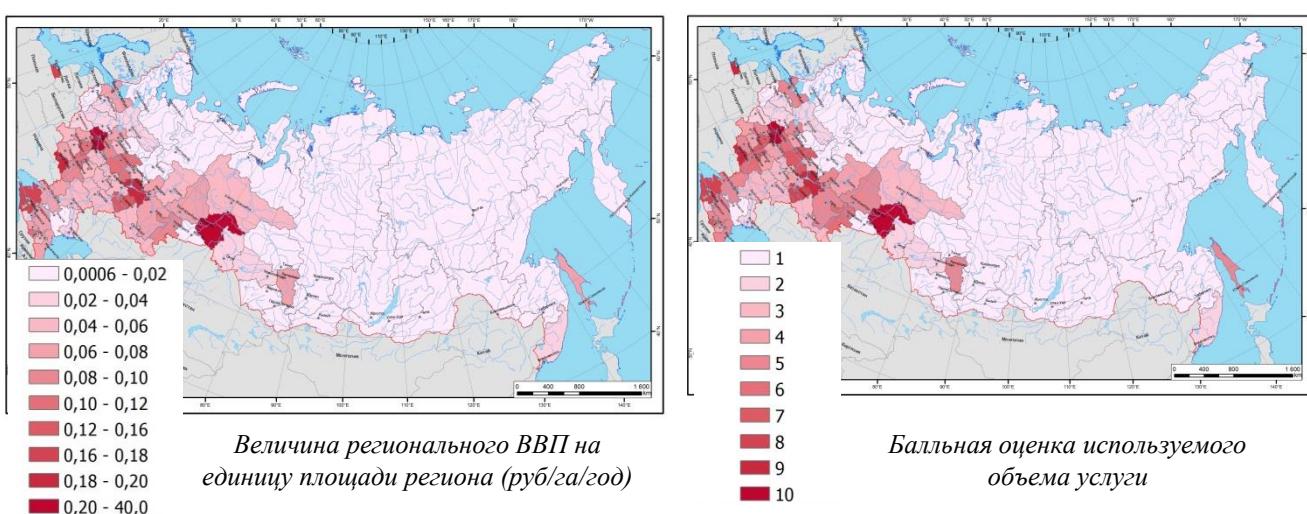


Рис. 3.2.2.1.2.4. Балльная оценка используемого объема экосистемной услуги по регуляции вариабельности стока.

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Сопоставление балльных оценок предоставленного и используемого объемов (рис. 3.2.2.1.2.5) показывает, что в большинстве северных и азиатских регионов действие природных и социально-экономических факторов либо сбалансировано (белый цвет и значения «0»), либо природные факторы немного преобладают (светло-зеленый цвет).

Относительное преобладание факторов, определяющих необходимость и использование услуги (красный цвет) выявляется, прежде всего, в тех регионах, где относительно высоки показатели ВВП на единицу площади (Тюменская, Московская, Белгородская обл.). Очевидно, что использование для оценки других показателей возможного ущерба от сильных колебаний стока, например, стоимости основных фондов, может изменить полученную картину.

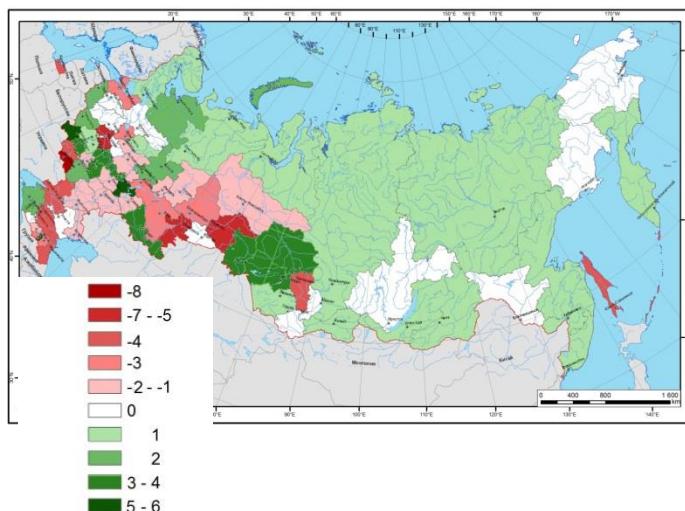


Рисунок 3.2.2.1.2.5. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов услуги

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Для корректной оценки предоставленного объема экосистемной услуги по регуляции стока необходимо основывать расчеты на экосистемных, а не административных единицах. Осреднение данных по регионам снижает точность оценки. Чтобы учесть специфику водосборных бассейнов необходимо все промежуточные карты строить в изолиниях, все действия совершать с этими картами, и только на самом последнем этапе проводить осреднение по субъектам Федерации. Для расчетов в более крупном масштабе будет полезен анализ изменчивости осадков в связи с изменчивостью стока, и количественное определение времени задержания стока, то есть объемов задержания влаги в экосистемах.

Для оценки используемого объема услуги для максимумов стока (опасность затопления) необходимы данные о стоимости ущербов от превышения уровня воды, для чего нужен показатель стоимости земель в 1 м превышения над урезом речной сети. Для оценки регионального масштаба будет полезно знать распределение ВВП по абсолютной высоте. Оценка для минимумов стока может быть сделана на основе показателей водопотребления и данных об ущербах от снижения уровня воды.

Регуляция стока осуществляется в том числе водохозяйственной деятельностью человека, в связи с чем как потребление воды, так и полезные объемы водохранилищ следует учитывать в регуляции стока и формировании наблюдаемых средних многолетних вариаций стока. Эти «шумы» в данных изменчивости стока следует учесть хотя бы по наиболее крупным водохранилищам.

Для последующего определения межрегиональных взаимодействий в сфере экосистемных услуг, в отношении услуг гидрологического цикла следует более дробно разделить регионы по главнейшим бассейнам.

3.2.2.2. Обеспечение качества воды наземными экосистемами

Многие виды хозяйственной деятельности, ведущейся на территории водосборов, приводят к формированию и поступлению в окружающую среду загрязняющих веществ. Часть этих загрязняющих веществ попадает в водные объекты и негативно воздействует на качество воды. Антропогенные источники загрязняющих веществ для водных объектов можно подразделить на две группы. К первой относятся промышленные предприятия, животноводческие фермы и прочие хозяйствственные объекты, загрязнения которых попадают в водоемы и водотоки со сточными водами. Такие источники называются организованными или точечными. Экосистемные услуги, связанные с разбавлением сточных вод и последующей трансформацией загрязнений в водоемах до безопасных форм, рассмотрены в подразделе 3.2.2.3.

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 талыми и дождовыми водами. Такие источники загрязнения называют «неточечными», а загрязнение от них – «диффузным» (Калинин, 2008). На процессы миграции диффузного загрязнения значительное воздействие оказывает характер поверхности. Водный сток с асфальтовых покрытий городов и дорог, свежеспаханных земель обеспечивает практически полный транспорт загрязнений в водоемы. Наличие растительности, особенно древесной, приводит к увеличению доли просачивания талых и дождевых вод с последующим включением загрязнений в биогеохимические циклы либо их аккумуляции в компонентах наземных экосистем. Этими процессами обеспечивается экосистемная услуга по очистке воды наземными экосистемами.

В данном разделе рассмотрен лишь один компонент экосистемной услуги по обеспечению качества воды наземными экосистемами, а именно – поглощение экосистемами загрязняющих веществ. Компонент услуги, связанный с предотвращением сноса в водоемы почвы и грунта рассмотрен на уровне постановки задачи в группе услуг по предотвращению эрозии почв (раздел 3.2.3.1.3).

Для оценки диффузного загрязнения на конкретном водосборе применяют два варианта эмпирико-статистических метода (Михайлов, 2000). Первый вариант состоит в использовании табличных значений модуля стока поллютантов. Под модулем стока понимается величина поступления того или иного поллютанта 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 вариант называют «методом постоянных концентраций». В этом случае используются табличные значения концентраций поллютантов для тех или иных вариантов стока, применяемые к расчетной величине этого стока. 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. 3.2.2.2. Для сравнения значимости тех или иных загрязнителей в той же таблице приведены рыбохозяйственные ПДК (Перечень..., 1999). Можно отметить, что наиболее мощным загрязнителем поверхностного стока застроенных территорий являются взвешенные вещества, концентрация которых превышает ПДК в дождевых водах в 3500 раз, а в талых – в 14000 (!) раз. На втором месте находятся нефтепродукты с превышением ПДК в 200 и 600 раз соответственно. Высокие уровни загрязнения указанным веществами вполне логичны – пыль (взвешенные вещества) и нефтепродукты являются типичными следствиями 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 объема загрязненных дождевых вод в объем загрязненных талых вод, что обеспечит использование последней величины как универсальной единицы объема экосистемной услуги по очистке воды наземными экосистемами.

Таблица 3.2.2.2. Концентрации основных загрязняющих веществ в поверхностном стоке на застроенных участках территории (Методические указания..., 1998), ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (Перечень..., 1999) и их отношения.

Загрязнитель	Концентрация, мг/л			Отношение концентрации к ПДК	
	дождевые воды	талые воды	ПДК	дождевые воды	талые воды
Взвешенные вещества	250	3500	0.25	1000.0	14000.0
Нефтепродукты	10	30	0.05	200.0	600.0
БПК	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

Важным источником исходной информации для оценки экосистемной услуги по очистке воды наземными экосистемами служили сведения по хронически загрязняемым землям в субъектах Российской Федерации (Прокачева, Усачев, 2004). Оценки площади загрязненных земель в этом источнике были получены двумя способами. Первый состоял в прямом определении загрязненных площадей на снежном покрове по данным дистанционного зондирования. Вполне очевидно, что хроническое техногенное загрязнение делает снег более темным по сравнению с чистыми и слабозагрязненными участками. В результате источники загрязнения (в первую очередь застроенные территории) окружены темным ореолом загрязненного снега. Как показали авторские результаты, размер ореола хорошо коррелирует с рядом социально-экономических показателей загрязняющего объекта, в частности, численностью населения, промышленными и экономическими функциями города. Для районов, где построение ореолов по космическим снимкам не было проведено, оценка загрязненных территорий осуществлялась по найденным корреляционным зависимостям. Сходным образом (либо дешифрированием спутниковой информации, либо расчетным способом) оценивались ореолы загрязнения от автомобильных и железнодорожных дорог.

Рис. 3.2.2.1. демонстрирует распределение доли площади устойчиво загрязненных земель по субъектам Российской Федерации по данным Прокачевой и Усачева (2004). Наиболее высока доля загрязненных территорий в Московской области (60.0%), наименее – в Чукотском автономном округе (0.1%). Для Москвы и Санкт-Петербурга площадь устойчиво загрязненных земель не приводится, степень загрязнения территорий этих субъектов РФ была принята равной 100%.

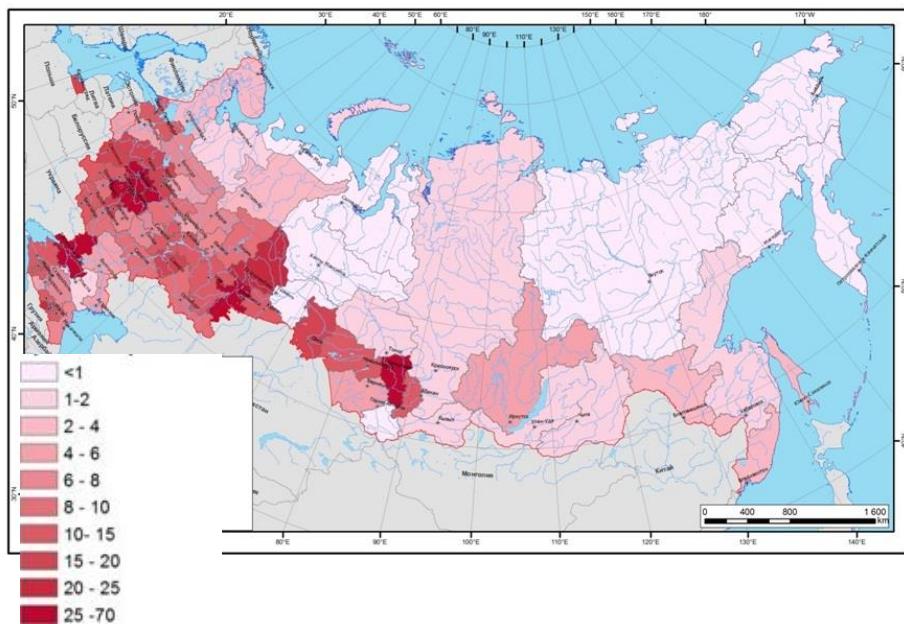


Рис. 3.2.2.2.1. Доля загрязненных территорий по регионам Российской Федерации (%)

Для проведения дальнейших расчетов было принято допущение, что весь сток с устойчиво загрязненных земель является загрязненным. Определение общей величины стока и стока весеннего периода (талые воды) проводили по цифровым картам из источника «Земельные ресурсы России» (Stolbovoi, McCallum, 2002). Объем талых вод с загрязненной территории данного субъекта РФ оценивали как произведение средней величины весеннего стока (в мм) на площадь загрязненной территории. Оставшуюся часть суммарного стока, которую отождествляли с дождевым стоком, умножали на коэффициент 0.384 (степень загрязнения дождевых вод по сравнению с талыми) и суммировали с объемом загрязненных талых вод.

Итоговые величины загрязненного стока являются оценкой **необходимого объема** экосистемной услуги по обеспечению качества воды наземными экосистемами (рис. 3.2.2.2.2). Фактически это объем загрязненных вод, стекающих с устойчиво загрязненных территорий субъекта РФ. Величина загрязненного стока прямо пропорциональна площади загрязненной территории, а также зависит от объемов весеннего и суммарного стока. Максимальная величина загрязненного стока (9820 млн m^3) наблюдается в Кемеровской области в связи с большой площадью загрязненных земель и достаточным объемом стока. Минимальная (8 млн m^3) – в республике Калмыкия, при умеренной площади загрязненных земель и малой величине водного стока. Суммарный объем загрязненного стока в Российской Федерации равен 95949 млн m^3 . Наибольшие величины интенсивности стока загрязненных вод характерны для областей с сильно загрязненными территориями – окружающих Москву и Санкт-Петербург, регионов Южного Урала, а также Кемеровской области и Хакасии. Наименьшие интенсивности загрязненного стока наблюдаются в северных и центральных областях Сибири и Дальнего Востока.

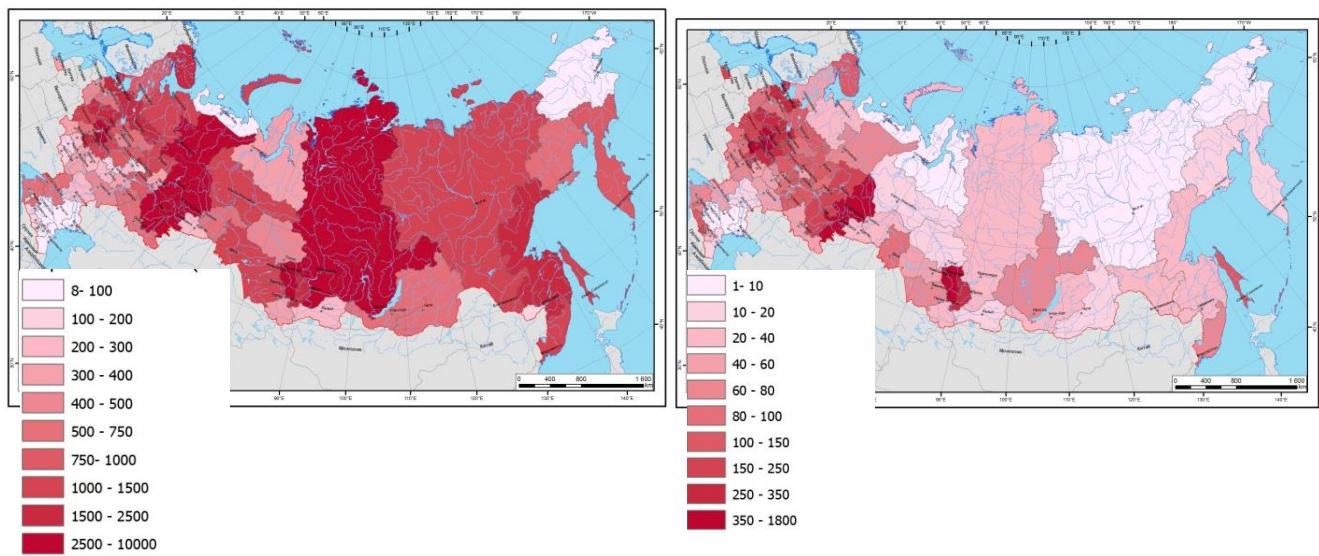


Рис. 3.2.2.2.2. Необходимый объем экосистемной услуги по обеспечению качества воды наземными экосистемами:

- суммарный объем загрязненного стока (в пересчете на талые воды) по субъектам Российской Федерации, млн m^3 /год;
- объем загрязненного стока на 1 га площади региона, m^3 /га/год.

Использованный объем услуги оценен как количество загрязнений, поглощенное наземными экосистемами. Ореол устойчивого загрязнения может располагаться на разных типах земного покрова: урбанизированных территориях, пахотных площадях, землях с различными вариантами многолетней растительности (леса, луга, тундры, степи, болота и т. д.). Эти типы покрова обладают различным характером взаимодействия с водным стоком и содержащимися в стоке загрязнениями. Цитированные выше табличные данные Г. Жоланкай (Jolankai, 1983, 1992) свидетельствуют, что 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 рассмотренных загрязняющих веществ не позволяют напрямую применить указанные 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 (смыывается 100% загрязнений). При проективном покрытии 20-30% смыывается 35% загрязнений, при покрытии 40-60% – 10%, при покрытии 60-80% – 4% загрязнений. Принимая во внимание указанные оценки, мы сочли возможным принять следующие типовые значения очистки стока: урбанизированные территории и пахотные земли – смыывается 100% загрязнений; все типы травянистых экосистем (луга, тундры, степи и т. д.) – смыывается 40% загрязнений (степень очистки воды равна 60%); все типы лесных экосистем – смыывается 10% загрязнений (степень очистки воды равна 90%).

Для характеристики распределения загрязненных территорий по типам земного покрова была использована спутниковая «Карта наземных экосистем Северной Евразии» (Барталев и др., 2004). Все категории земель спутниковой карты были сгруппированы в 4 типа земного покрова: 1) урбанизированные земли; 2) пахотные земли; 3) леса; 4) прочие экосистемы. Было принято допущение, что урбанизированные земли региона полностью входят в состав устойчиво загрязненных территорий, в то время как оставшаяся загрязненная территория распределяется по пашням, лесам и прочим экосистемам в той же пропорции, какая характерна для данного субъекта Российской Федерации в целом. Это допущение, вероятно, приводит к переоценке доли лесов и прочих экосистем на загрязненных территориях, поскольку пахотные земли имеют тенденцию к концентрации вокруг населенных пунктов.

Итоговая процедура расчета использования экосистемной услуги по очистке воды такова. Загрязненный сток (в пересчете на талые воды) распределяется по типам земного покрова (урбанизированные земли, пашни, леса, прочие экосистемы) согласно их площадному представительству. Далее к компонентам стока применяются коэффициенты очистки: 0 для стока с урбанизированных земель и пашен, 60% для стока с площадей прочих экосистем, 90% для стока с площадей лесов. Сумма компонентов стока после применения коэффициентов дает величину очищенного стока на территории данного субъекта РФ. Эта величина прямо пропорциональна величине загрязненного стока (чем больше загрязненной воды, тем большее количество ее может быть очищено), а также зависит от соотношения типов земного покрова на загрязненной территории. Максимальен объем очищенных вод в Красноярском крае (6581 млн. кбм), поскольку при сравнительно высокой величине загрязненного стока (8885 млн. м³) там высока доля лесов на загрязненных территориях (51.6%). Минимальен очищенный сток в республике Калмыкия (4 млн. м³), поскольку там крайне мал загрязненный сток. На рис. 3.2.2.2.3 представлены интенсивности очистки воды наземными экосистемами по субъектам Российской Федерации. Распределение интенсивностей напоминает таковое для интенсивности загрязненного стока (рис. 3.2.2.2), однако присутствуют и отличия, определяемые распределением загрязненных территорий по типам земного покрова. В этой связи интенсивности очистки несколько усиливаются в лесных зонах Российской Федерации.

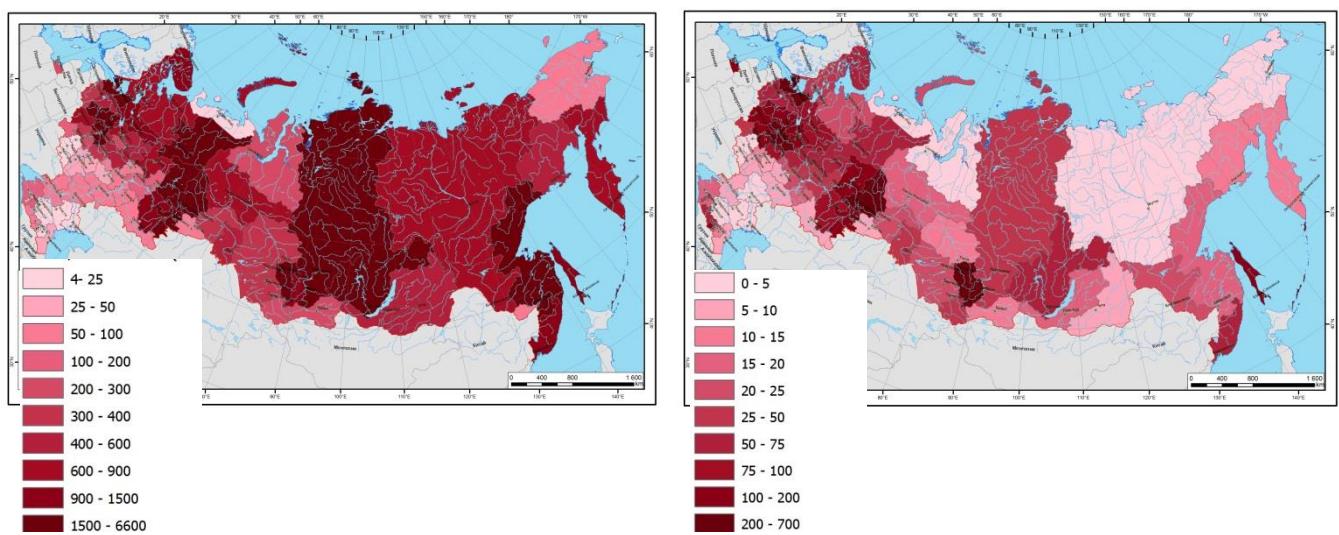


Рис. 3.2.2.2.3. Использованный объем услуги по обеспечению качества воды наземными экосистемами:

- суммарный объем очищенного стока (в пересчете на талые воды) по субъектам Российской Федерации, млн м³/год;
- объем очищенного стока на 1 га площади региона, м³/га/год

Предоставленный объем услуги определен как потенциальная способность экосистем очищать сток. Потенциально любая наземная экосистема может предоставлять услугу по очистке воды. Для этого она должна оказаться в зоне устойчивого загрязнения. Вероятность такого события мала, особенно для экосистем в отдаленных и малонаселенных районах Российской Федерации, однако она все же не равна нулю, поскольку залежи полезных ископаемых могут быть найдены и подвержены разработке в самых различных районах страны. В этой связи можно провести оценку потенциала наземных экосистем России по очищению загрязненного стока. Эта оценка проводилась по той же процедуре, что и расчет фактической очистки загрязненного стока, но вместо загрязненной территории оценивали всю площадь субъекта РФ. Максимальный потенциально очищаемый сток присутствует в Красноярском крае (341144 млн м³), что связано с большой площадью субъекта РФ при относительно высокой долей лесного покрова. Минимальный потенциально очищаемый сток приходится на Курскую область (56 млн м³), что связано с небольшой площадью субъекта, низкой лесистостью и малой удельной величиной стока. Суммарный объем потенциально очищаемого стока в Российской Федерации равен

1999886 млн m^3 . Интенсивность потенциальной очистки водного стока максимальна в лесной и тундровой зонах Российской Федерации (рис. 3.2.2.4). Лес является наиболее эффективным очистителем загрязненного стока, в тундровой зоне мала доля урбанизированных и пахотных земель, то есть почти на всей площадке субъекта присутствуют экосистемы, которые способны осуществлять очистку загрязненного стока.

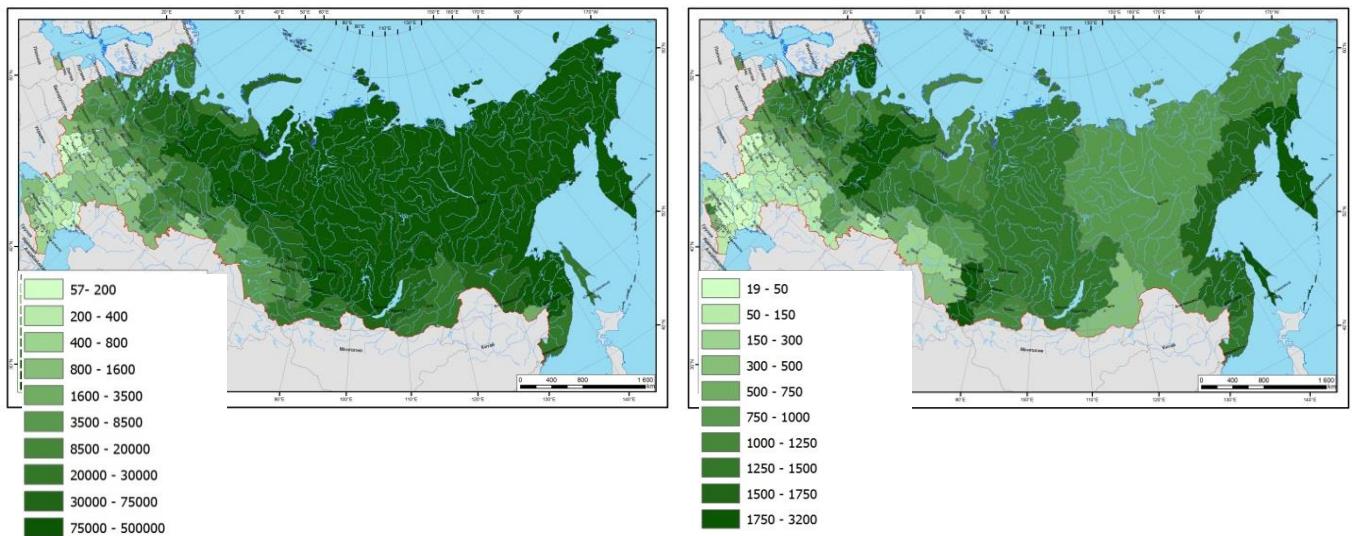


Рис. 3.2.2.4. Предоставленный экосистемами объем услуги по очистке воды:
а) суммарный объем потенциально очищенного стока по субъектам, млн m^3 /год;
б) объем потенциально очищенного стока на 1 га площади региона, m^3 /га/год

Сопоставление предоставленного, необходимого и использованного объемов услуги.

Особенностью экосистемной услуги по очистке воды наземными экосистемами является то, что спрос на услугу не может быть удовлетворен полностью. Спрос формируется массой загрязнений, формирующей ореолы устойчиво загрязненных территорий, которые всегда включают урбанизированные и пахотные земли, на которых услуга по очистке воды не предоставляется или крайне ограничена. Кроме того, наземные экосистемы не способны полностью очистить загрязненные воды, особенно в период снеготаяния. Поэтому во всех регионах имеется остаток неочищенного стока (Унеобходимый – Уиспользованный), то есть, необходимость в услуге нигде полностью не удовлетворена (рис. 3.2.2.5 а).

С учетом этой специфики, информативным является показатель степени использования услуги, то есть доля реально использованных возможностей экосистем по очистке воды (отношение объема очищенного стока к потенциальному объему очищенного стока; Уиспользованный/Упредоставленный $\times 100\%$). На рис. 3.2.2.5 б видно, что в наиболее промышленно освоенных регионах страны степень использования услуги по очистке воды превышает 25% (в Московской и Тульской областях она превышает 50%), во многих других областях Европейско-Уральской части России и Западной Сибири степень использования услуги превосходит 10%. В северных и центральных регионах Сибири и Дальнего Востока степень использования услуги по очистке воды не превышает 2%.

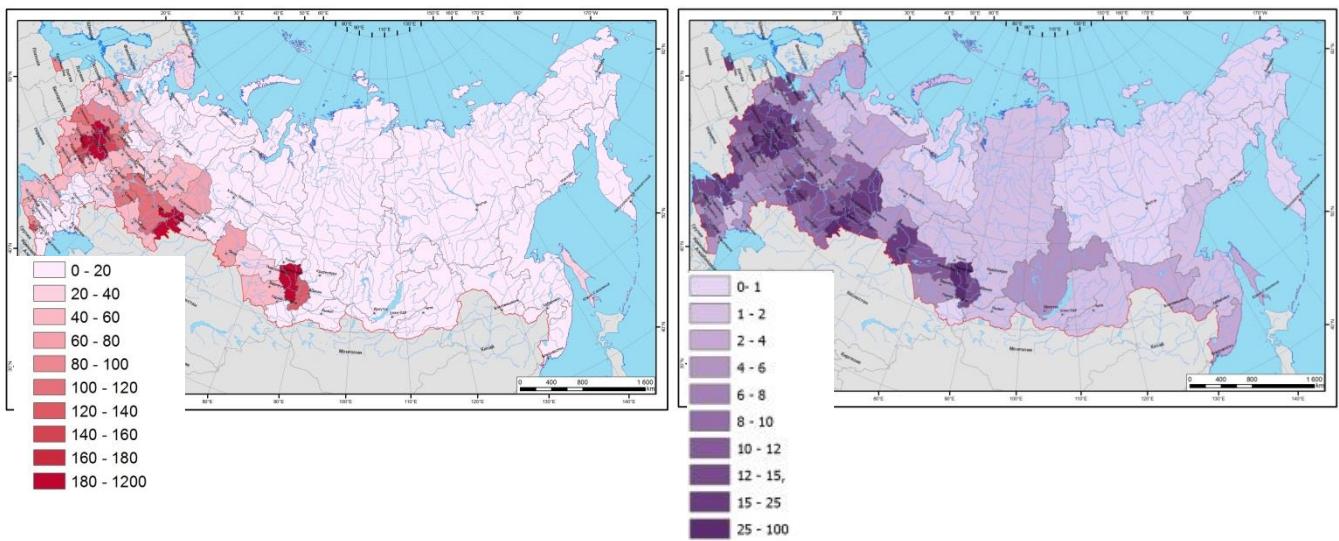


Рис. 3.2.2.2.5. Степень удовлетворения и использования услуги по обеспечению качества воды наземными экосистемами :

- остаток неочищенного стока ($\text{м}^3/\text{га}/\text{год}$);*
- доля реально очищенного стока в объеме потенциально возможного очищенного стока (%).*

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Для оценки необходимого, предоставленного и используемого объемов услуги необходимы следующие данные:

- данные о фактическом распределении загрязненных территорий по типам земного покрова, которые могут быть получены при использовании локальных цифровых карт загрязненных территорий, упоминаемых в источниках (Прокачева, Усачев, 2006, 2010, 2011);
- уточненные значения степени очистки воды различными типами наземных экосистем;
- детальные данные о концентрациях загрязнителей в компонентах стока с различных типов земного покрова (аналогичных представленным в табл. 3.2.2.2 для урбанизированных территорий) для пересчета объема загрязненных вод в суммарные количества загрязнителей.

3.2.2.3. Очищение вод в природных водоемах.

Данная услуга обеспечивает население и хозяйство чистой водой. Значение услуги максимально на локальном и региональном (бассейновом) уровне. Эффективность данной услуги зависит от количества чистой воды в природных водоемах, обеспечивающей разбавление загрязнений до безопасных концентраций, а также состояния водных сообществ растений, животных и микроорганизмов, способствующих преобразованию загрязнений в безвредные вещества. Трансформации водной растительности, планктона, сообществ водных беспозвоночных и рыб приводят к изменению их функций по очистке воды.

В настоящее время наиболее важными факторами, которые влияют на данную услугу, являются загрязнение водоемов, гидротехническое строительство, инвазии чужеродных видов. Реки и озера России, расположенные в экономически развитых регионах, существенно загрязнены. Среди основных рек России наибольшими экологическими проблемами характеризуются Волга, Дон, Кубань, Обь, Енисей. Они оцениваются как "загрязненные". Их крупные притоки: Ока, Кама, Томь, Иртыш, Тобол, Миасс, Исеть, Тура-оцениваются как "сильно загрязненные" (О состоянии и использовании..., 2009). Флора и фауна перечисленных рек и притоков подавлена и не может выполнять свои важнейшие функции. Гидростроительство преобразовало большинство крупных рек в цепочки стоячих водоемов с переменным уровнем воды. Экосистемы этих рек существенно нарушены. Соответственно, изменилась их способность выполнять услуги по очистке воды. Вселение чужеродных видов также изменяет структуру и функционирование водных экосистем. Все эти процессы нуждаются в дополнительных

исследованиях для того, чтобы можно было оценить значение данной услуги и прогнозировать ее изменение в будущем.

Однако уже сейчас очевидно, что данная услуга чрезвычайно важна для экономики страны и благополучия населения, учитывая огромное число рек и озер на территории России, в том числе – в густонаселенных и хозяйственно развитых регионах.

Во времена Советского Союза государственными решениями были назначены в законодательном порядке службы контроля качества среды в текущий момент и в перспективе. Так, в области охраны водной среды были возложены функции установления стандартов качества для народонаселения – на санитарно-гигиенические службы Министерства здравоохранения СССР, а в области стандартов и критериев для водных обитателей – на Минрыбхоз. При МРХ СССР существовал Научно-технический совет, одна из секций которого контролировала разработку, обсуждение и представление на утверждение критериев качества среды. Секция представляла собой межведомственный орган и ее авторитет был непререкаем в связи с тем, что все специалисты, входившие в состав секции, имели большой личный опыт в такого рода исследованиях. Оплата разработки нормативов аттестованными лабораториями производилась за счет организации, которая планировала использовать новый потенциальный загрязнитель среды в своей деятельности. Оплата, таким образом, производилась за счет бюджета. В результате работы такой системы к 2000 г. были установлены и утверждены общегосударственные критерии ПДК более, чем для 1000 веществ, которые были по существу критериями экологическими, хотя и назывались «рыбохозяйственными», поскольку охватывали круг исследований на всех звеньях экосистемы вод «от бактерий до рыб». Такая система имела свои «узкие места», но она была конструктивна. Десять лет назад она прекратила свое существование. Несколько раз за это время лидеры страны заявляли о необходимости ее возрождения, но никаких конкретных шагов так и не было предпринято.

Предоставленный экосистемами объем услуги по самоочищению вод определен как количество сточных вод, которые водная экосистема разбавляет и трансформирует в безвредные вещества до безопасных концентраций. Такие процессы самоочищения вод как переход загрязняющих веществ из водной толщи в донные и пойменные отложения и биологическое поглощение водными, прибрежными и пойменными растительными сообществами (что в дальнейшем может служить источником вторичного загрязнения воды) и вынос загрязняющих веществ за пределы водного объекта не рассматриваются в качестве компонентов экосистемной услуги. Оценки предоставленного объема услуги с учетом разбавления воды и трансформации загрязнителей в водоемах приведены ниже.

Необходимый объем услуги по самоочищению вод определен как объем сточных вод, ежегодно сбрасываемый в водоемы. Для его оценки использованы сведения из базы данных ФСГС «Регионы России» о годовых объемах загрязненных сточных вод, сброшенных в поверхностные водоемы за 2013 г. (рис. 3.2.2.3.1 а). 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. В них не включаются коллекторно-дренажные воды, отводимые с орошаемых земель после полива.

Величины сброса, выраженные в миллионах m^3 , были отнесены к площади субъекта Федерации, что позволило охарактеризовать интенсивность сброса ($m^3/\text{га}/\text{год}$) в различных регионах России (рис. 3.2.2.3.1 б). Интенсивность сброса сточных вод максимальна почти по всей Европейско-Уральской части России (за исключением северо-востока), где превышает показатель $20 m^3/\text{га}$. Распределение интенсивности сброса сточных вод в первую очередь определяется плотностью населения и размещением объектов промышленности.

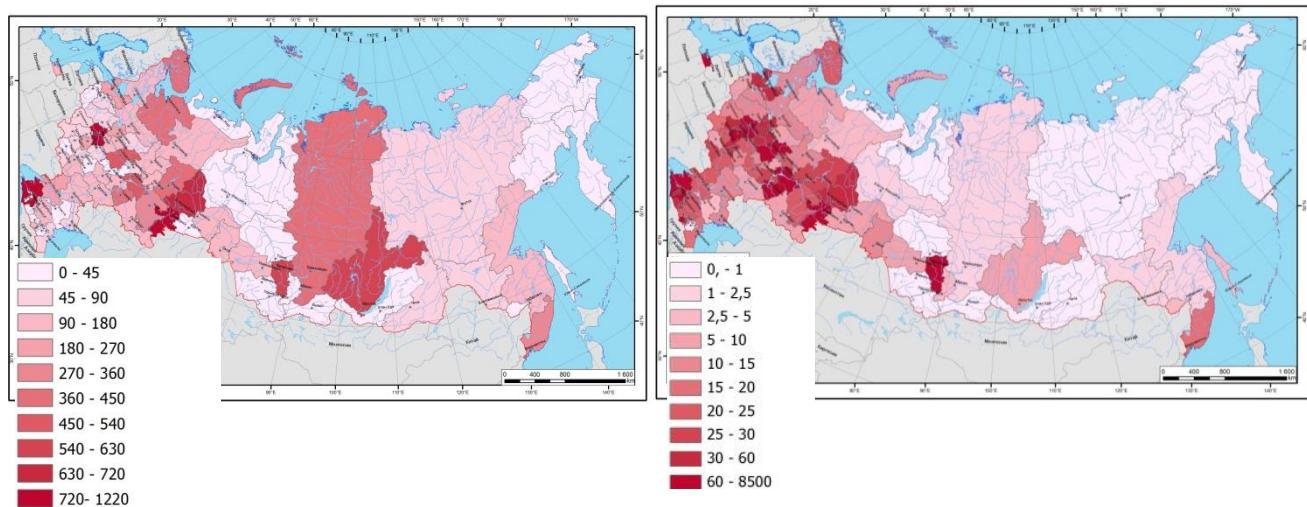


Рис. 3.2.2.3.1. Необходимый объем услуги по очищению воды в водоемах:

- сброс загрязненных сточных вод (млн м³/га/год);
- сброс загрязненных сточных вод на единицу площади региона (м³/га/год)

Поступающие в естественные водоемы сточные воды разбавляются природными водами, степень разбавления зависит от соотношения сточных и природных вод, а также от концентраций загрязняющих веществ. Для характеристики концентраций загрязняющих веществ в сточных водах нами были использованы сведения из Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2013 г.» (2014) (табл. 3.2.2.3).

Для проведения 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 15189 млн м³ (БД ФСГС «Регионы России»). Разделив массовые величины сброса загрязняющих веществ на значения общего объема сточных вод, получим оценки концентраций загрязняющих веществ в сточных водах (табл. 3.2.2.3). Сравним найденные концентрации с соответствующими значениями ПДК. Для большинства загрязнителей отношение концентрации к ПДК находится в пределах от 0.01 (мочевина) до 57 (взвешенные вещества). Из этого диапазона выбивается отношение для железа, равное 2136. Даже если использовать водно-хозяйственный ПДК для общего железа, равный 0.3 мг/л, то превышение этой величины концентрациями железа в сточных водах составит 755, что все равно на порядок выше, чем у второго по рангу загрязнителя (взвешенные вещества). Анализ сведений по степени загрязненности рек различных бассейнов (Качество поверхностных вод..., 2011) показывает, что железо действительно входит в состав наиболее значимых загрязнителей, а превышения ПДК по железу в речных водах варьируют от единиц до десятков раз. Однако такая ситуация характерна и для ряда других загрязняющих веществ, то есть в сравнении с другими загрязнителями значимо отличающейся ситуации с железом не наблюдается. В связи с наличием указанного противоречия (величина повышенного сброса железа не подтверждается сведениями по мониторингу загрязнителей в речной воде), при дальнейшей оценке экосистемных услуг по разбавлению и трансформации загрязнений железо не учитывали.

Таблица 3.2.2.3. Сброс загрязняющих веществ (Государственный доклад..., 2014), ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (Перечень..., 1999), коэффициенты самоочищения (по Стурман, 2003) и отношения концентраций загрязнений в сточных водах к их ПДК

Загрязняющие вещества	Сброс, т	ПДК, мг/л	Содержание в сточных водах, мг/л	Отношение содержания к ПДК	Коэффициенты самоочищения, 1/сут	Отношение содержания к ПДК с учетом трансформации загр. веществ
Хлориды (Cl ⁻)	5724727	300	376.90	1.26	0.1	0.56
Железо (Fe ²⁺ , Fe ³⁺)	3244813	0.1	213.63	2136.29	0.1	959.90
Сульфат-анион (сульфаты) (SO ₄ ²⁻)	1814094	100	119.43	1.19	0.1	0.54
Нитрат-анион (NO ₃ ⁻)	437873	40	28.83	0.72	0.9	0.00
Кальций (Ca ²⁺)	402294	180	26.49	0.15	0.1	0.07
Натрий (Na ⁺)	374559	120	24.66	0.21	0.1	0.09
Взвешенные вещества	215574	0.25	14.19	56.77	0.15	17.10
БПК полный	158486	3	10.43	3.48	0.125	1.28
Бор (по B ³⁺)	102883	0.5	6.77	13.55	0.1	6.09
Азот аммонийный	93543.5	0.5	6.16	12.32	0.9	0.01
Фосфаты (по Р)	25043	0.15	1.65	10.99	0.9	0.01
Магний (Mg) (все растворимые в воде формы)	34535	40	2.27	0.06	0.1	0.03
Калий (K ⁺)	36979.4	10	2.43	0.24	0.9	0.00
Лигнин сульфатный	11722.9	2	0.77	0.39	0.1	0.17
Нитрит-анион (NO ₂ ⁻)	5817.83	0.08	0.38	4.79	0.14	1.56
Лигносульфат аммония	3561.12	1	0.23	0.23	0.1	0.11
Мочевина (карбамид)	6339.11	80	0.42	0.01	0.1	0.00
Жиры\масла (природного происхождения)	2761.27	0.01	0.18	18.18	0.1	8.17
Фтор (F ⁻)	2259.38	0.05	0.15	2.98	0.1	1.34
Нефть и нефтепродукты	2292.2	0.05	0.15	3.02	0.044	2.12
ОП-10, СПАВ	1517.45	0.5	0.10	0.20	0.3	0.02
Бензол	656.8	0.5	0.04	0.09	0.044	0.06
Сумма отношений (без железа)				130.80		39.32

Практика установления нормативов на сброс загрязняющих веществ состоит в том, чтобы с учетом примесей, поступающих в водоем, *сумма отношений* концентраций веществ в водном объекте к соответствующим ПДК не превышала 1 (Владимиров, Орлов, 2009):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1 \quad (3.2.2.3.1)$$

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

Значение, рассчитанные по данным табл. 3.2.2.3 в соответствии с левой частью уравнения 3.2.2.3.1, равно 130. Фактически, это означает, что сбрасываемые сточные воды *должны быть разбавлены в 130 раз* для достижения безопасных содержаний загрязнителей в водоемах. Напомним, что эта оценка не учитывает сбросы общего железа. иначе необходимое значение разбавления равнялось бы 2267.

Рассмотрим ситуацию с предложением экосистемной услуги по разбавлению сточных вод. Сточные воды попадают в природные воды, представленные реками и озерами. В разделе 3.2.2.1 были подробно рассмотрены схемы формирования водного баланса территории и приведена схема распределения суммарного стока по субъектам РФ, созданная на основе сведений из источника «Земельные ресурсы России» (Stolbovoi, McCallum, 2002). *Водный сток с территории субъекта РФ следует рассматривать как основу предложения экосистемной услуги по разбавлению загрязнений.* Чем больше сток с территории субъекта РФ, тем большее количество сточных вод может быть разбавлено до безопасных концентраций. При этом следует учитывать, что около 53% от суммарного стока приходится на период снеготаяния и половодья. Продолжительность половодья на реках России обычно составляет примерно 10-15 дней. Допуская, что объем сточных вод равномерно распределяется по сезонам года, следует признать, что сток весеннего половодья разбавляет всего лишь 3-4% от общего объема сточных вод. В этой связи сток весеннего половодья был исключен из суммарного стока при оценке экосистемной услуги по разбавлению загрязнений.

Предоставленный объем экосистемной услуги **по разбавлению** сточных вод оценивается как средний на единицу площади региона объем сточных вод, который может быть безопасно разбавлен в водном стоке данного региона. Этот показатель представляет собой средний на единицу площади суммарный сток с территории региона (за вычетом стока весеннего половодья), отнесенный к величине безопасного разбавления сточных вод (в нашем случае, эта величина равна 130). Другими словами, величина стока в регионе, поделенная на 130, дает объем сточных вод, который потенциально может быть разбавлен в регионе до безопасных концентраций загрязняющих веществ. Эту величину можно назвать *потенциальной интенсивностью безопасного сброса сточных вод* (рис. 3.2.2.3.2).

Одна из специфических особенностей предоставления услуги по разбавлению сточных вод заключается в том, что это разбавление происходит не только в том объеме стока, который формируется на территории данного региона, но и в той воде, которая притекает с территории других регионов, находящихся выше по течению крупных и средних рек. Указанная «межрегиональность» способствует тому, что необходимость в услуге по разбавлению может существенно превышать предложение, которое формируется на территории данного региона. Рис. 3.2.2.3.3 демонстрирует разность между предоставленным и необходимым объемами услуги по разбавлению загрязнений. В большинстве регионов Европейско-Уральской части, а также юга Западной Сибири необходимый объем услуги превышает предоставленный, то есть, разбавление вод не в состоянии обезопасить поступающие загрязнения (красная гамма на рис. 3.2.2.3.3). Значения на карте для этих регионов показывают объем сточных вод, который остается опасным после их разбавления в водоемах, то есть, объем недостатка услуги. Нейтрализация загрязнений за счет разбавления возможна лишь в наименее освоенных регионах страны (зеленая гамма). В этих регионах наблюдается избыток предоставленной экосистемами услуги.

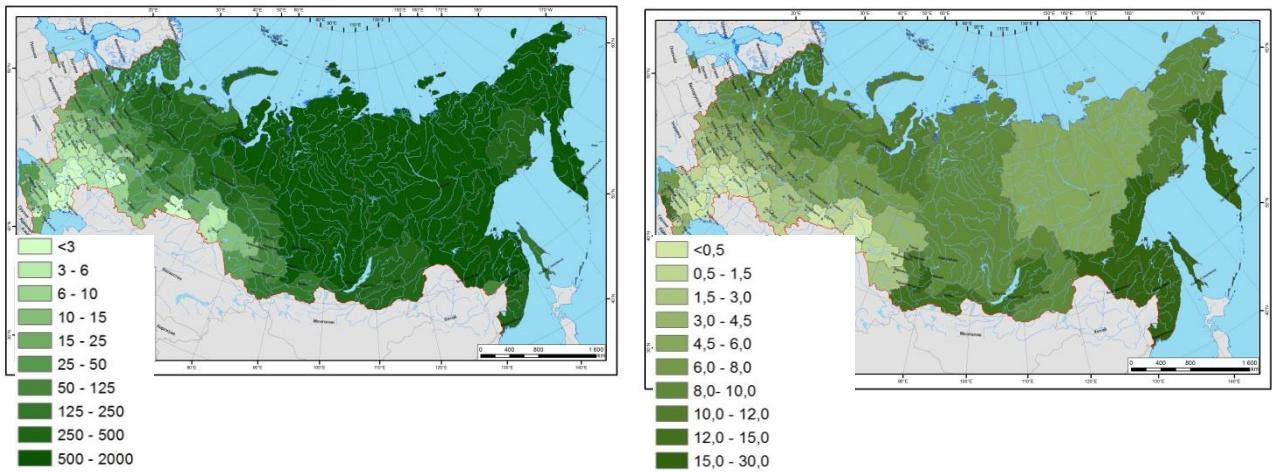


Рис. 3.2.2.3.2. Предоставленный объем экосистемной услуги по разбавлению сточных вод:
 а) *суммарный потенциальный объем безопасного сброса загрязненных сточных вод, т.е., объем сточных вод, который потенциально может быть разбавлен в регионе до безопасных концентраций (млн м³/год);*
 б) *потенциальный объем безопасного сброса загрязненных сточных вод на единицу площади региона (м³/га/год)*

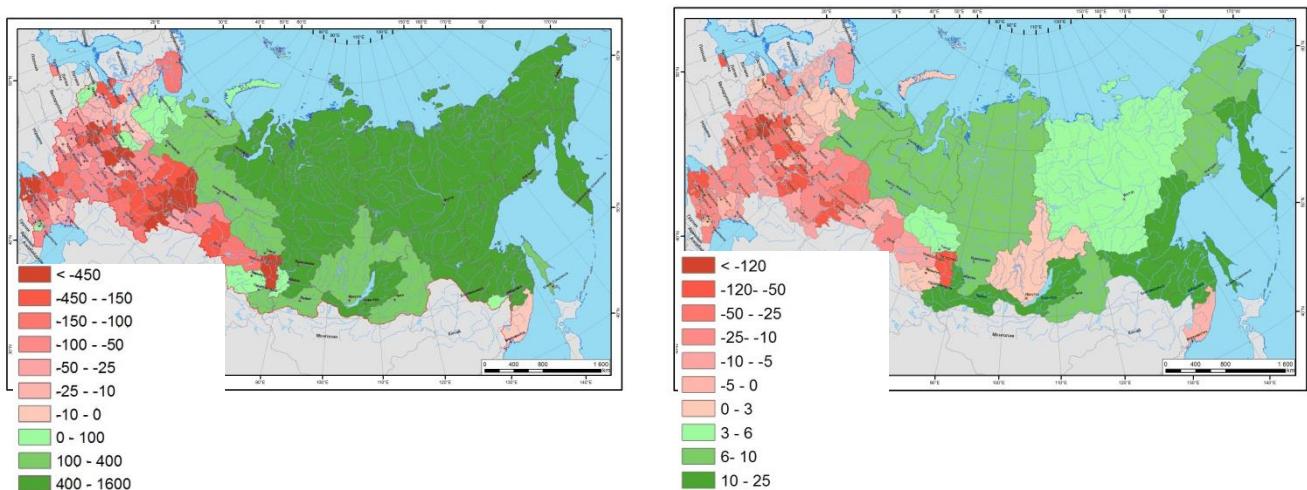


Рис. 3.2.2.3.3. Недостаток или избыток услуги по разбавлению сточных вод: неочищенный остаток сточных вод (отрицательные значения, красная гамма) или неиспользованные возможности экосистем по очистке сточных вод (положительные значения, зеленая гамма):
 а) *суммарные значения (млн м³/год; б) значения на единицу площади региона (м³/га/год)*

Предоставленный объем экосистемной услуги при учете **трансформации загрязняющих веществ** сточных вод (далее – самоочищение вод) существенно увеличивается. Самоочищение охватывает т. н. неконсервативные (в основном, органические и биогенные) загрязняющие вещества, концентрация которых изменяется в результате химических, биохимических и физических процессов в водных объектах. Динамику содержания загрязняющего вещества при его разложении в водоеме, как правило, описывают экспоненциальным уравнением (Калинин, 2009):

$$C_t = C_0 e^{-kt} \quad (3.2.2.3.2)$$

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

Величины констант самоочищения для разных загрязняющих веществ зависят от свойств этого вещества, температуры воды, условий поступления кислорода в водный объект. Для водотоков константы самоочищения примерно в 3 раза выше по сравнению с водоемами (Методика прогнозной оценки..., 1996). В ряде источников константы самоочищения приводятся для трех градаций температуры: выше 15°C, от 10 до 15°C, ниже 15°C (Стурман, 2003). Показано, что коэффициенты самоочищения могут значительно (на порядок) отличаться в реках одного и того же речного бассейна (Калинин, 2009).

К сожалению, в доступных литературных источниках константы самоочищения были приведены лишь для ограниченного числа загрязняющих веществ. При выборе значений констант самоочищения для веществ, приведенных в табл. 3.2.2.3, мы опирались на источники (Методика прогнозной оценки..., 1996, Калинин, 2003). При отсутствии фактических значений для того или иного вещества использовали два варианта значений констант разложения: 1) 0.9 для фосфатов и калия, как распространенных биогенных элементов; 2) 0.1 для всех остальных веществ с отсутствием фактических констант (хлориды, сульфаты, натрий, магний, бор и т. д.). Использованные в дальнейших расчетах *константы самоочищения* приведены в соответствующем столбце табл. 3.2.2.3.

Для осуществления расчета самоочищения по приведенному выше экспоненциальному уравнению, помимо константы самоочищения, надо знать *период очищения, то есть того времени, в течение которого вещество пребывает в воде, подвергаясь разложению*. Поскольку в этом разделе не рассматриваются процессы очищения, проходящие в морских экосистемах, период очищения может быть сопоставлен с временем обновления воды в реках, фактически совпадающим с так называемым «временем добегания» от верховий до устья. Время добегания является распространенным гидрометрическим параметром, активно используемым при рассмотрении процессов разбавления и очищения загрязнений, прогнозирования паводков и прочих русловых явлений на локальном уровне. К сожалению, нам не удалось обнаружить в литературе обобщающей информации по времени обновления, времени добегания либо мгновенному запасу воды в реках России. В этой связи мы воспользовались мировой оценкой (Богословский и др., 1984), согласно которой время обновления воды в реках Мира составляет 16 суток. Корректность порядка этой оценки подтверждается моделированием бассейнового времени добегания (Савичев. 2014) и непосредственными измерениями времени добегания в реках Тюменского региона (Калинин, 2010). Поскольку источники загрязнения расположены вдоль всего русла реки, средний период очищения будет равен примерно половине времени обновления (добегания). Таким образом, при оценке самоочищения был применен *период, равный 8 дням*.

Расчет эффекта самоочищения воды был проведен следующим образом. По уравнению 3.2.2.3.2 с применением коэффициентов самоочищения (табл. 3.2.2.3) были рассчитаны величины уменьшения концентрации загрязняющих веществ за 8 суток (иначе говоря, расчет был проведен для $C_0=1$ и $t=8$). Так, к примеру, концентрация хлоридов при константе самоочищения, равной 0.1, через 8 суток будет равна 0.44 от исходной. Далее были рассчитаны произведения отношения содержания загрязняющего вещества в сточных водах к его ПДК и величины уменьшения его концентрации. Эти величины показывают необходимое разбавление с учетом того, что вещество трансформируется в течение 8 дней. Наконец, по уравнению 3.2.2.3.1 была найдена величина безопасного разбавления сточных вод, учитывая последующее 8-и дневное самоочищение воды.

Вычисления показывают, что в результате самоочищения воды предоставленный объем услуги по очистке сточных вод увеличивается в 3 раза по сравнению с одним лишь разбавлением, то есть, необходимое *безопасное разбавление сточных вод с учетом разбавления и трансформации загрязняющих веществ составляет 39 раз* (вместо 130 с учетом только разбавления). Благодаря этому примерно на половине территории России предоставленный объем экосистемной услуги по разбавлению и самоочищению сточных вод превышает показатель 20 м³/га (рис. 3.2.2.3.4), характерный для регионов с максимальной интенсивностью сброса загрязненных вод (см. выше, рис. 3.2.2.3.).

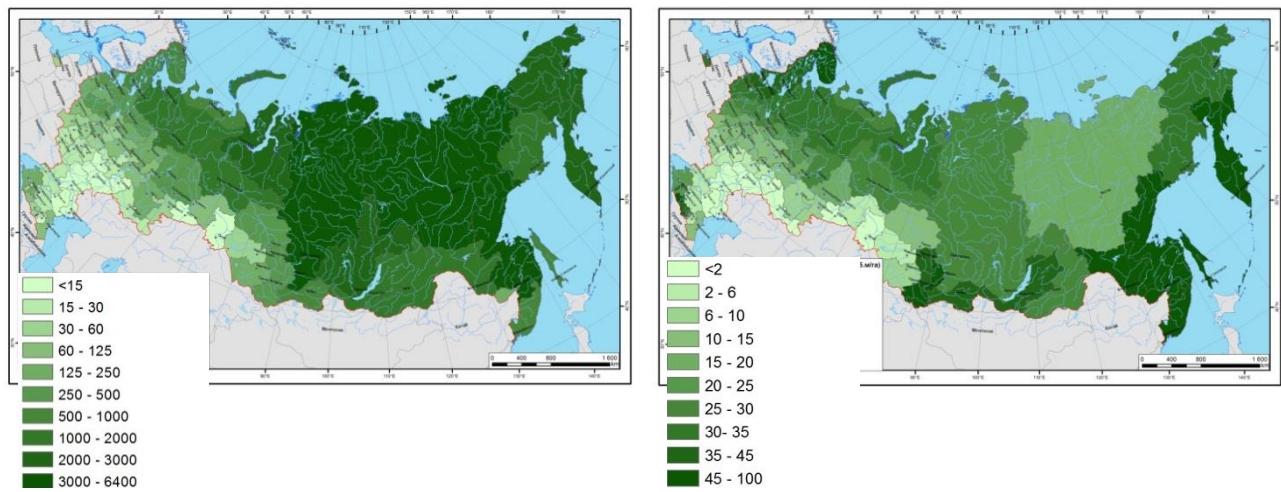


Рис. 3.2.2.3.4. Предоставленный объем услуги по разбавлению и самоочищению вод:

- а) суммарный потенциальный объем безопасного сброса загрязненных сточных вод, т.е. объем сточных вод, который потенциально может быть разбавлен и очищен в регионе до безопасных концентраций (млн м³/год);
- б) потенциальный объем безопасного сброса загрязненных сточных вод на 1 га площади региона (м³/га/год)

Используемый объем услуги равен количеству загрязнений, нейтрализованных благодаря разбавлению и самоочищению вод (рис. 3.2.2.3.5). Как уже было сказано, во многих регионах объем сбросов сточных вод превышает способности экосистем по их очистке (красная гамма на рис.). В этих регионах очищается лишь тот объем сточных вод, который способны очистить экосистемы, то есть, используемый объем услуги равен способности экосистем производить их очистку (предоставленному объему). В регионах, где объем сброса сточных вод меньше способности экосистем к их очистке (фиолетовая гамма на рис.), очищается весь объем сброса, то есть, используемый объем равен объему сброса (необходимому объему)

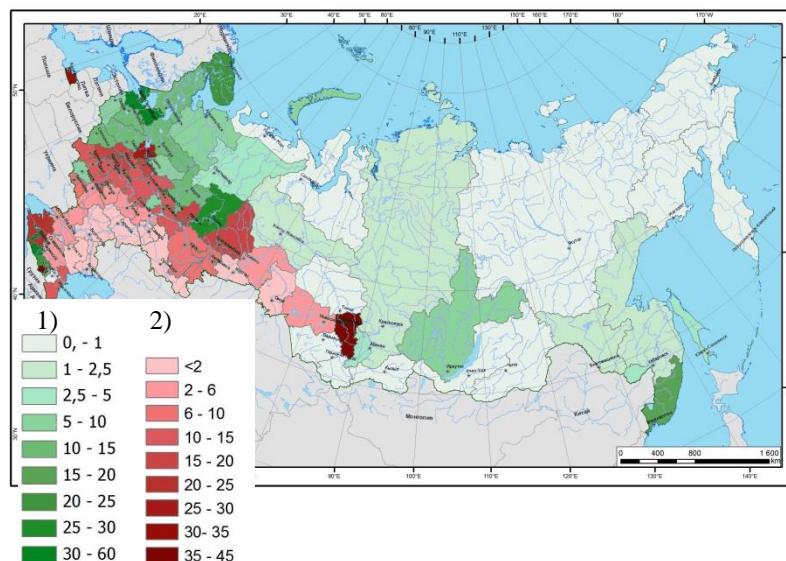


Рис. 3.2.2.3.5. Использованный объем экосистемной услуги по разбавлению и самоочищению вод - объем очищенных сточных вод (м³/га/год):

- 1) регионы, где объем сброса сточных вод меньше возможностей экосистем по их очистке, использованный объем равен объему сброса сточных вод
- 2) регионы, где объем сброса сточных вод превышает возможности экосистем по их очистке, использованный объем равен возможностям экосистем;

Сопоставление предоставленного и используемого объемов услуги по разбавлению и самоочищению вод

Для оценки данной услуги информативным является показатель недостатка или избытка услуги ($V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{необходимый}}$). Ранее такой показатель был приведен для разбавления сточных вод (рис. 3.2.2.3.3). Учет процессов самоочищения приводит к сокращению числа субъектов РФ, испытывающих недостаток в данной услуге (объем сброса сточных вод превышает возможности водных экосистем по их очищению). К числу таких регионов относятся регионы, расположенные в аридных районах юга Европейской части России, а также ряд регионов с развитой промышленностью и сельским хозяйством центра и юга Европейской России и юга Западной Сибири. Недостаток услуги по самоочищению сточных вод в этих регионах свидетельствует о чрезмерной эксплуатации речных экосистем.

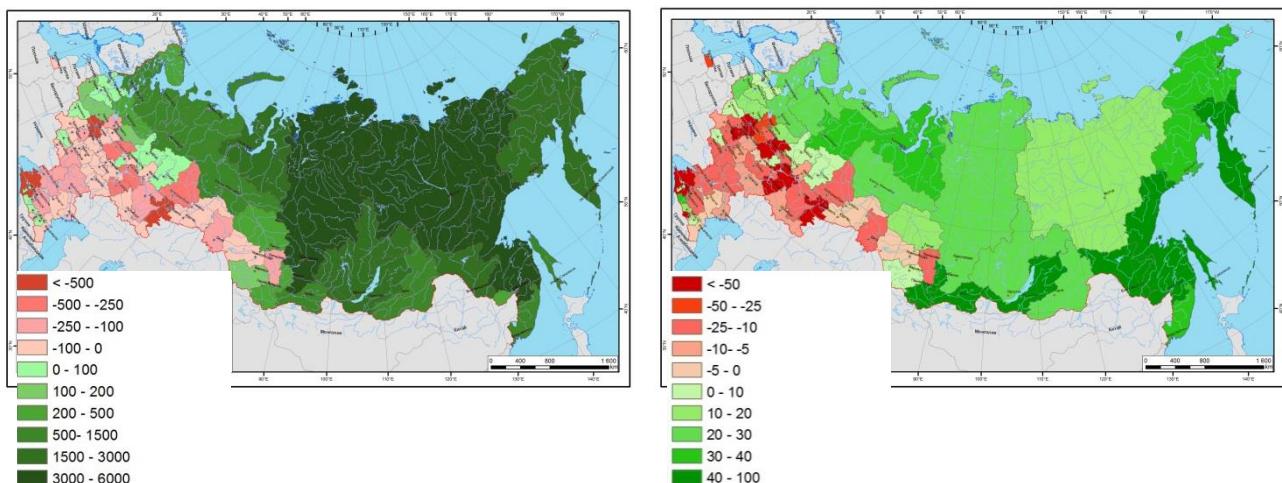


Рис. 3.2.2.3.6. Недостаток или избыток услуги по разбавлению и самоочищению сточных вод в водоемах: неочищенный остаток сточных вод (отрицательные значения, красная гамма) или неиспользованные возможности экосистем по очистке сточных вод (положительные значения, зеленая гамма):

- суммарные значения (млн $m^3/\text{год}$);
- значения на единицу площади региона ($m^3/\text{га}/\text{год}$)

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

- детальные данные о содержании загрязняющих веществ в сточных водах по регионам,
- значения коэффициентов самоочищения воды в водоемах с учетом типа водоема и его зонального расположения,
- время прохождения воды от верховий до устья для разных бассейнов.

2.2.2. Услуги по формированию и защите почв

3.2.3.1. Защита почв от ветровой и водной эрозии; предотвращение пыльных бурь и оползней

3.2.3.1.1. Защита почв от водной эрозии

Экосистемная услуга формирования и защиты почв от эрозии потенциально наиболее важна в регионах трех типов:

- сельскохозяйственные регионы (южные регионы Европейской части страны и Западной Сибири) – важна услуга по формированию плодородных почв и из защите от ветровой и водной эрозии;
- горные регионы – прежде всего, важна услуга по защите почв от эрозии на склонах и предотвращению 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.

Экосистемная услуга природных экосистем в отношении защиты от эрозии и охраны почв заключается, главным образом, в предотвращении: потери пригодных для освоения угодий за счет оврагообразования, снижения плодородия почв, сокращения буферной функции почв по отношению к загрязнению, неблагоприятного изменения соотношения стока воды и стока наносов в водоемах, загрязнения и заиления водоемов.

Смыт почвы обычно возникает в лесной зоне при крутизне склона 1,5-2°, в лесостепи – 2°. Сильный смыт 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. Однако не все леса одинаково выполняют в одинаковой мере почвозащитную роль. Особенно 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 горных склонах крутизной более 10°. Особенна важна роль лесов в карстовых районах. Там значительная часть поверхностного и внутриводного 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 (Захарное..., 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 не формируется. Естественные некосимые луга также вполне хорошо предохраняют почву от промерзания благодаря мощной подушке отмершей травы. 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 (рекрессивной и боковой эрозии). Кроме того, накопления 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. Противоэрзационное лесоразведение не всегда оправдано для степной зоны, прежде всего – в регионах, где нарушенность естественных степных ландшафтов распашкой близка к максимальной. Это 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). Отсутствие юридического понятия «степь» в законодательстве России и Украины (в отличие от закрепленных в нем понятий «лес», «водоем», «болото», «пашня», «пастбище», «сенокос») препятствует осознанию самостоятельной ценности остаточных степных сообществ в степной зоне, которые обычно числятся как «неудобья» на склонах и используются как пастбища или вообще не используются (Бакирова, 2011).

Активное проведение противоэрэозионных 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 днищах 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 исходного 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).

Учитывая эти закономерности, в проекте в качестве поставщиков экосистемных услуг по защите почв от эрозии рассматриваются все природные (слабо измененные человеком) наземные экосистемы.

Предоставленный экосистемами объем услуги можно оценить через *площадь, защищенную экосистемами от эрозии*. Другой возможный показатель – *объем почвы, эрозия которого предотвращена экосистемами*. В рамках проекта найти данные, которые бы позволили прямо оценить эти показатели на всей территории России, не удалось.

Косвенно определить эти показатели возможно на основании зависимостей между площадью экосистем и площадью эродированных экосистем (объемом утраченной почвы). Такая зависимость позволила бы выявить примерный вклад единицы площади природных экосистем в предотвращение эрозии. Например, на гипотетическом графике на рис. 3.2.3.1.1.1 увеличение площади природных экосистем на 10% снижает эрозию на 3%.

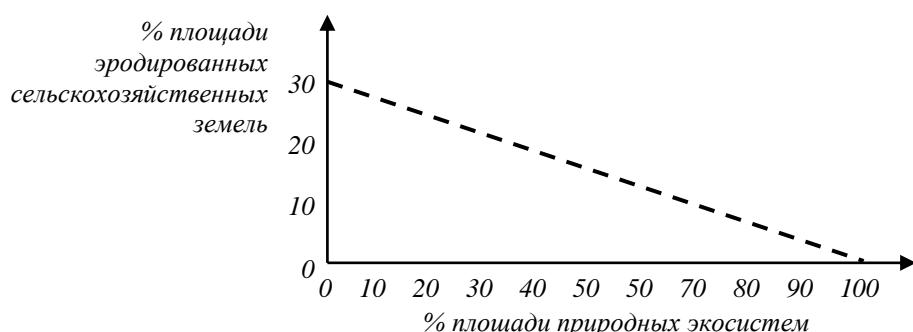


Рис. 3.2.3.1.1.1. Гипотетический график зависимости показателя интенсивности эрозии от процента площади природных экосистем

Была сделана попытка выявить подобные зависимости по следующей схеме.

1. Определение процента площади эродированных земель по регионам. В качестве источника данных об эрозии земель использована карта распространения эрозии почв из Национального атласа почв РФ (2011). На основании этой карты был установлен процент площади смытых почв по регионам (рис. 3.2.3.1.1.2 б). Вначале в пределах каждого региона вычислялась площадь ареалов с разным процентом площади смытых почв, затем вычислялся суммарный процент площади смытых почв в регионе.

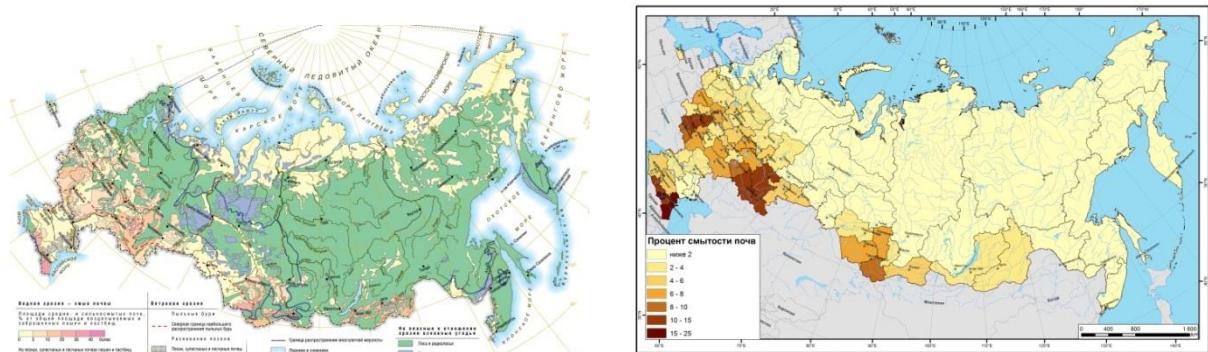


Рис. 3.2.3.1.1.2. Оценка предоставленного объема услуги:

- а) распространение эрозии почв в России (Национальный атлас почв РФ);
 б) % площади смытых почв по регионам.

2. Процент территории, занятой природными экосистемами по регионам, определен по карте наземных экосистем Барталева и др. (2004), см. раздел 2.5.

3. Выявление зависимостей процента площади смытых почв от площади природных экосистем. При анализе были исключены горные регионы. Отрицательные зависимости выявлены для равнинных регионов в целом (рис. 3.2.3.1.1.3 а), для лесных и для регионов в зоне степей и лесостепей (рис. 3.2.3.1.1.3 б). Эти зависимости показывают, что чем больше в регионе площадь природных экосистем, тем меньше площадь эрозии. Однако полученные зависимости отражают, прежде всего, лишь тот факт, что в слабо трансформированных человеком регионах мала площадь сельхозугодий, на которых в первую очередь и развивается эрозия почв.

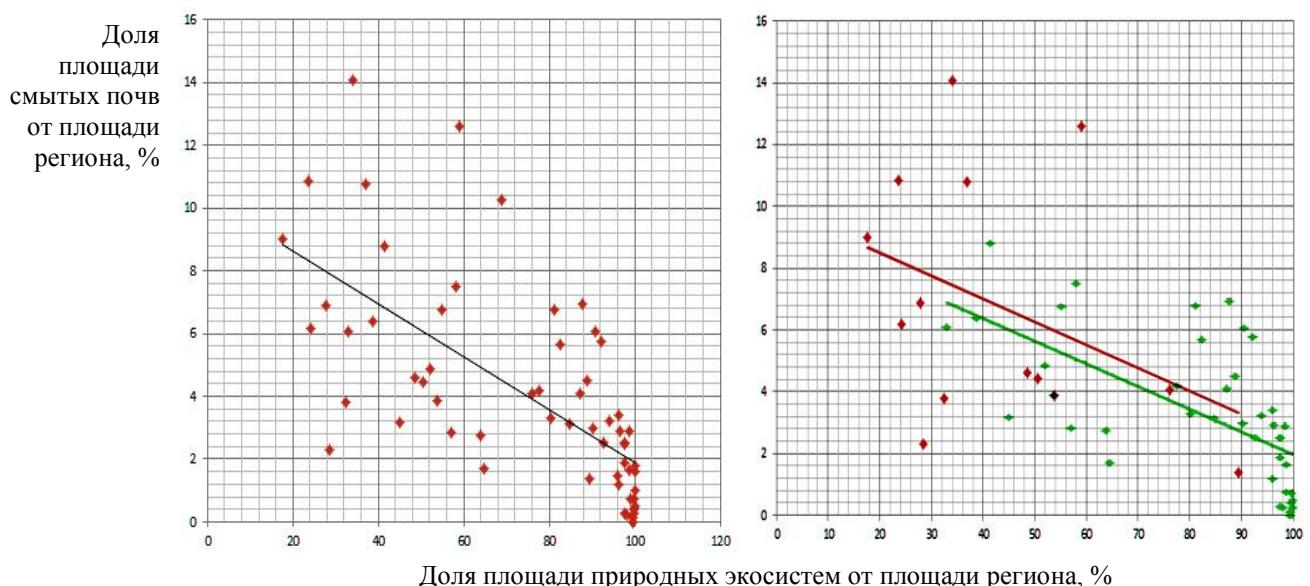


Рис. 3.2.3.1.1.3. Зависимость доли площади смытых почв в регионе от площади природных экосистем: а) для всех равнинных регионов РФ; б) для лесных регионов (зеленый цвет) и регионов в зоне степей и лесостепей (красный цвет).

4. Выявление зависимости степени эродированности *сельхозугодий* от площади природных экосистем. Полученные значения доли площади смытых земель от площади сельскохозяйственных угодий показали, что в ряде северных регионов площадь смытых почв существенно превышает площадь сельскохозяйственных угодий: в Ненецком АО – в 10 раз, в Чукотском АО – в 150 раз (рис. 3.2.3.1.1.4).

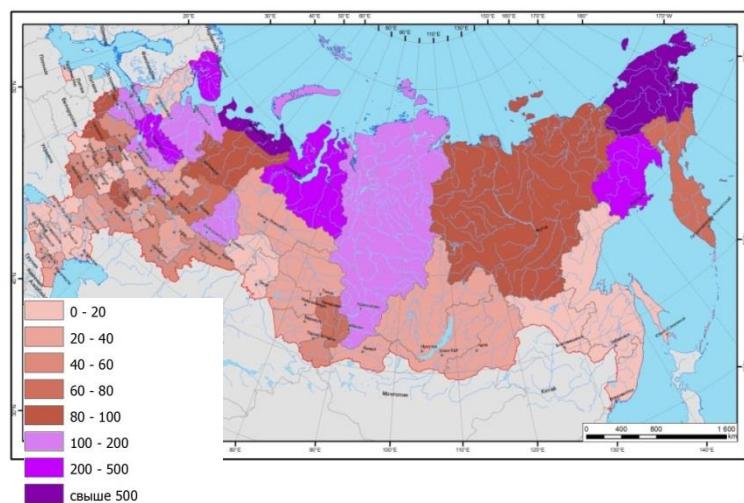


Рис. 3.2.3.1.1.4. Доля площади смытых почв от площади сельхозугодий (фиолетовые цвета показывают регионы, где площадь смытых почв превышает площадь сельхозугодий).

Очевидно, что в данном случае учтена криогенная эрозия, поэтому регионы с распространением вечной мерзлоты были исключены из дальнейшего анализа в данном разделе. Горные регионы также были исключены. Анализ равнинных регионов вне зоны мерзлоты выявил положительную зависимость между долей смытых сельскохозяйственных земель и процентом площади природных экосистем в регионе (рис. 3.2.3.1.1.5 а). Такая зависимость может объясняться тем, что в ряде лесных областей площадь смытых почв также превышает площадь сельскохозяйственных угодий (Вологодская, Костромская, Ленинградская, Новгородская, Ярославская области, Республика Марий Эл), что может быть результатом некорректного и неточного выделения сельскохозяйственных угодий в этих областях. Для областей степной и лесостепной зон Европейской части России выявлена слабая положительная зависимость (рис. 3.2.3.1.1.5 б)

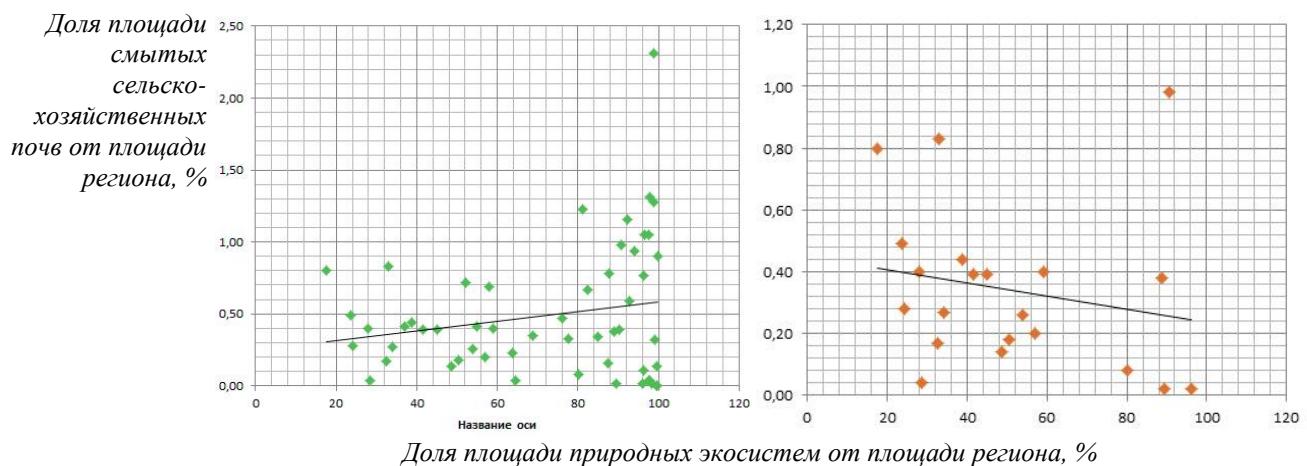


Рис. 3.2.3.1.1.5. Зависимость доли площади смытых сельскохозяйственных почв от площади природных экосистем в регионе:
а) для всех равнинных регионов РФ вне зоны вечной мерзлоты;
б) для областей степной и лесостепной зон Европейской части

Сопоставление доли площади буферных зон природных экосистем вокруг сельскохозяйственных угодий региона (см. ниже) и доли площади эродированных земель также не выявили явных зависимостей между этими показателями.

Выявление описанных выше зависимостей позволило бы оценить сокращение площади эродированных земель, которое обеспечивается увеличением площади природных экосистем. Например, на рис. 3.2.3.1.3 увеличение площади природных экосистем с 20% до 100 % соответствует сокращению площади смытых земель с 9 до 2%, из чего можно было бы сделать вывод о том, что увеличение площади природных экосистем на 10% снижает площадь смытых почв примерно на 1 %, и на этом основании оценить возможный объем экосистемной услуги в регионах. Однако как сказано выше, использование этой закономерности будет некорректно.

На более мелком масштабе – с использованием в качестве единиц административных районов – зависимость также не выявлена. В пределах районов были вычислены показатели % площади сельскохозяйственных угодий по данным карты Барталева и др., 2004 (рис. 3.2.3.1.6 а) и % смытых почв по данным карты из Национального атласа почв (рис. 3.2.3.1.6 б). Затем была рассчитана корреляция между этими двумя показателями в пределах трех федеральных округов (ЦФО, ЮФО и СЗФО). Для работы был привлечен мощный стационарный компьютер. Однако ни в одном случае не выявлено явной корреляции. Пример для ЦФО показан на рис. 3.2.3.1.6 в.

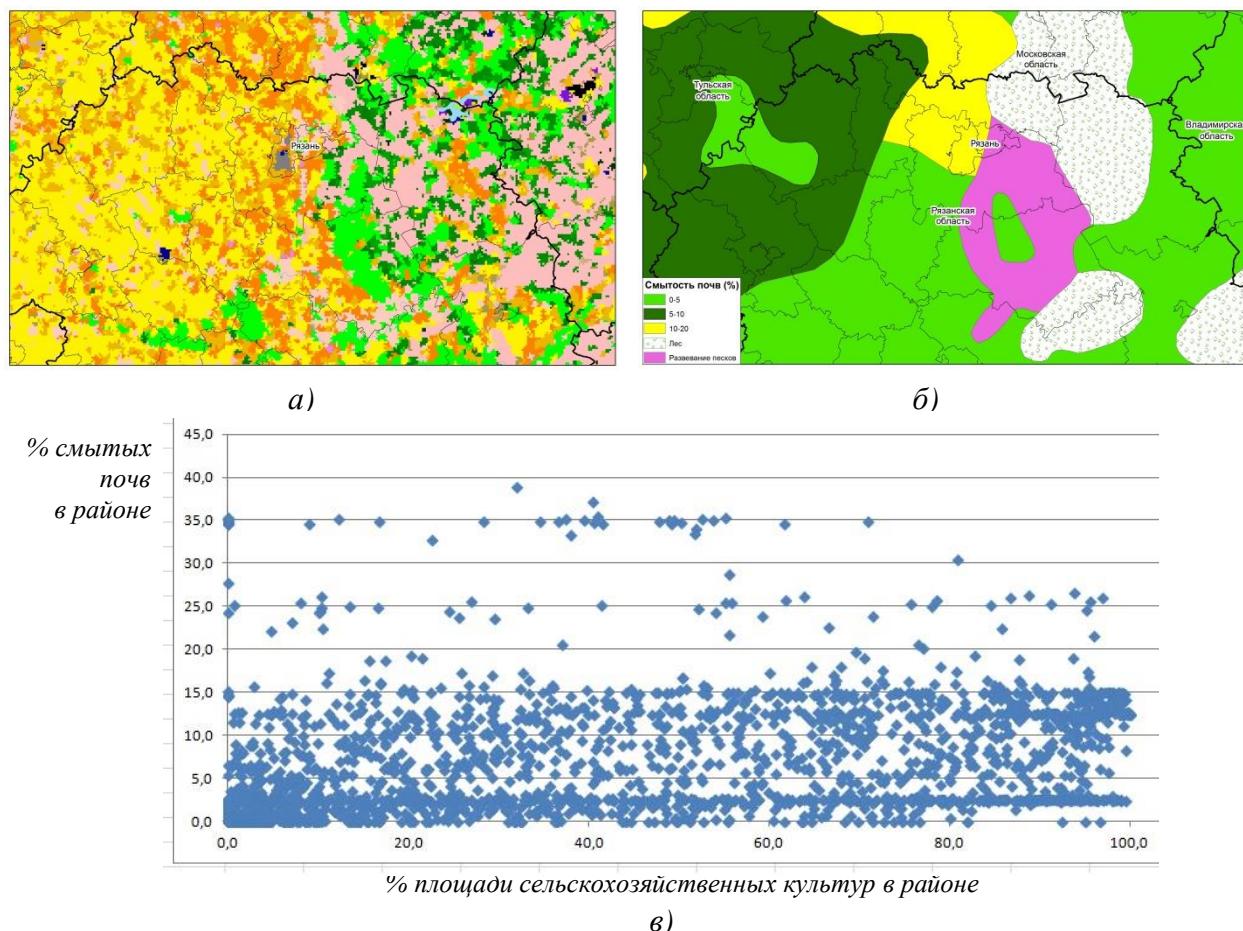


Рис. 3.2.3.1.1.6. Фрагменты карты (север Рязанской обл.) с использованием административных районов в качестве единиц исследования:
 а) карта типов растительности;
 б) карта смытости почв;
 в) пример отсутствия зависимости между показателями % площади сельскохозяйственных культур в районе и % смытых почв для ЦФО.

Полученные результаты показывают, что в анализируемых пространственных масштабах зависимость степени эрозии от площади природных экосистем не выявляется. Это объясняется тем, что услуги по защите и формированию почв имеют локальный масштаб действия (за исключением услуг по предотвращению пыльных бурь и сноса грунта в водоемы, см. раздел 4). При исследовании на уровне административных районов были вынужденно использованы данные разных масштабов (карта природных экосистем Барталева и др. имеет размер пикселя 800 x 800 м, что дает масштаб не мельче 1:2500000, карта смытости почв из Национального атласа почв имеет масштаб 1:15000000). Использование данных совершенно разных по информативности, очевидно, не позволяет выявить зависимость, если она есть. Для оценки услуги необходимо использовать данные примерно одинакового масштаба, полученные в пределах малых и средних водосборных бассейнов. В настоящее время получить такие данные в рамках проекта не представляется возможным

Поскольку количественная оценка данной услуги оказалась на данном этапе исследований невозможной, услуга была оценена в баллах.

Предоставленный объем услуги по предотвращению эрозии почв на всей территории страны рассматривается как величина, пропорциональная площади природных экосистем в регионах. Его балльная оценка сделана на основе полученных ранее данных о проценте площади природных территорий в регионах (см. п. 2.5) (рис. 3.2.3.1.1.7).

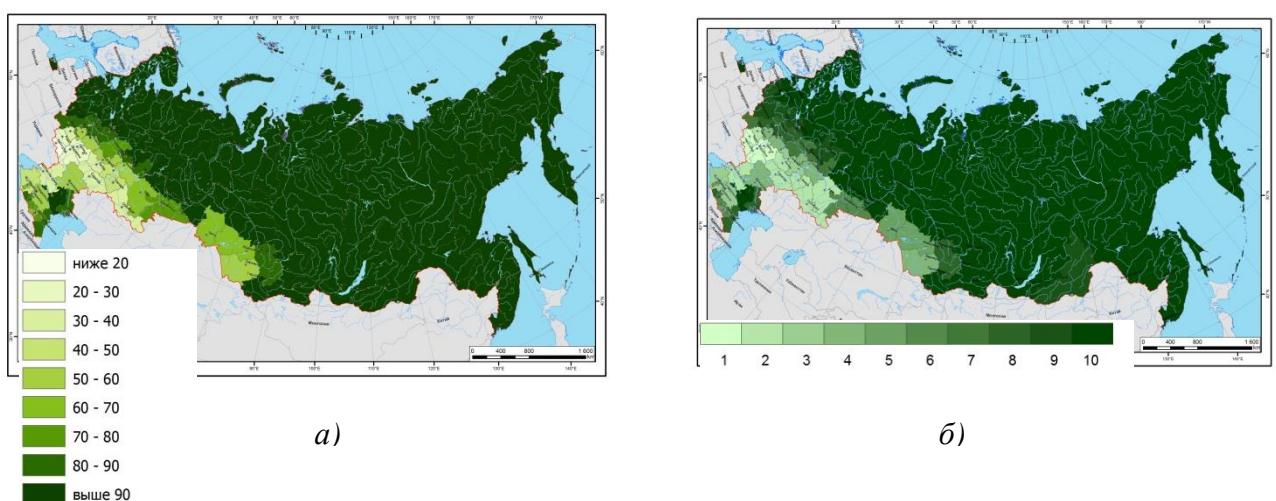


Рис. 3.2.3.1.1.7. Предоставленный экосистемами объем услуги по предотвращению эрозии:
а) доля площади природных территорий в регионах (%);
б) балльная оценка предоставленного объема услуги.

Предоставленный объем услуги по предотвращению эрозии сельскохозяйственных земель оценен отдельно. Для этого сделана оценка площади природных экосистем в 1-километровых зонах, окружающих сельскохозяйственные угодья. На карте наземных экосистем Барталева и др. (2004) были выделены сельскохозяйственные угодья. Из числа идентифицированных на карте типов экосистем, к таковым отнесены три типа: croplands, forest - cropland complexes, cropland - grassland complexes. После векторизации сельскохозяйственных участков (желтый цвет на рис. 3.2.3.1.1.8) вокруг них построены буферные зоны шириной 1000 м (границы зон показаны красным цветом на рис. 3.2.3.1.1.8).



Рис. 3.2.3.1.1.8. Выделение буферных зон шириной 1 км вокруг сельскохозяйственных угодий

Далее была подсчитана площадь буферных зон вокруг сельскохозяйственных угодий по регионам (рис. 3.2.3.1.1.9 а) и % площади буферных зон от площади региона (рис. 3.2.3.1.1.9 б), на основе чего сделана балльная оценка предоставленного объема экосистемной услуги по предотвращению эрозии сельскохозяйственных земель.

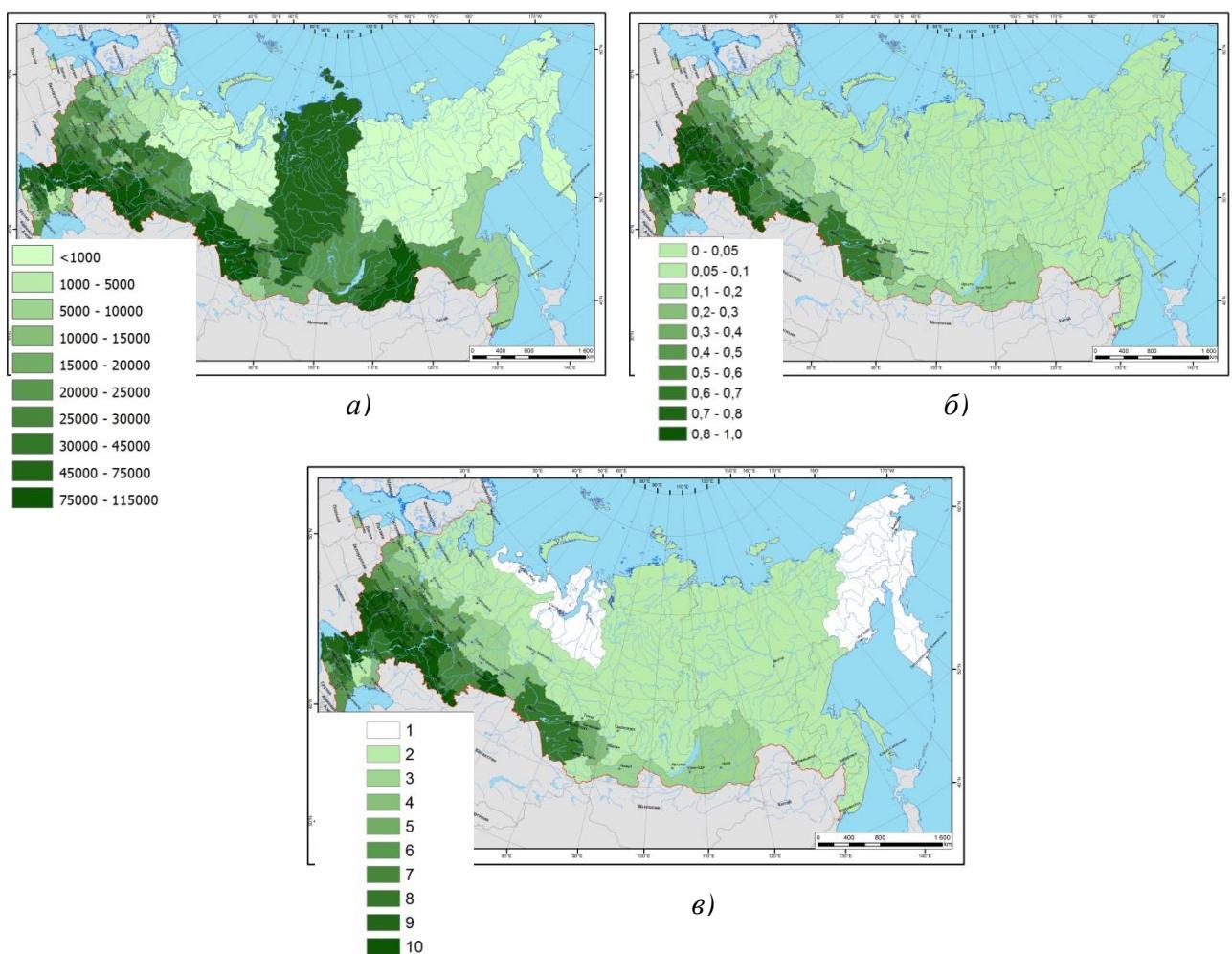


Рис. 3.2.3.1.1.9. Балльная оценка предоставленного объема услуги по предотвращению эрозии сельскохозяйственных угодий:

- а) суммарная площадь 1-километровых буферных зон вокруг сельскохозяйственных угодий, км^2 ;
- б) доля площади буферных зон в площади регионов (%);
- в) балльная оценка предоставленного объема услуги (балл «1» и белый цвет имеют регионы, где нет сельскохозяйственных угодий).

В дальнейшем данная балльная оценка может быть уточнена на основе имеющихся сведений о критических значениях площади природных экосистем, которые предотвращают развитие эрозии почв. Существующие оценки противоэррозионной роли природных экосистем, прежде всего – лесов, основаны на зависимостях между долей облесенных частей 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 при защите почв от водной эрозии оптимальная (минимально допустимая) противоэррозионная лесистость водосборных бассейнов в зависимости от расчлененности рельефа должна 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 Поволжье в преимущественно лесостепной Самарской области получены оценки необходимой лесистости 18 %. Аналогичные оценки получены для Каменной степи (зона лесостепи) в Воронежской области: при лесистости 6 % сток 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 (2011) в степной зоне общая облесенность бассейна реки должна составлять не менее 15-20 % территории, а залуженность – 20-30 %. Принятые нормативные показатели существенно ниже: количество защитных лесных полос по отношению к площади пашни принято 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 противоэррозионные лесонасаждения отводится от 3 до 7 % сельскохозяйственных угодий (Захаров и др., 1986).

В лесной зоне установлена прямая зависимость модулей стока наносов от степени отраспаханности бассейна. В широколиственной зоне особенно сильный рост наблюдается при распаханности выше 50%. В лесостепи наблюдается 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 происхождение. В степи на долю бассейновой эрозии приходится 90 % наносов. Критическое значение допустимой 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 преобладает 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).

Однако на данном этапе проекта полученных сведений о критических значениях площадей природных экосистем оказалось недостаточно для их корректной экстраполяции на все субъекты Федерации.

Использованный объем услуги по предотвращению водной эрозии почв – это величина хозяйственного ущерба из-за эрозии почв, предотвращенного экосистемами. На данном этапе проекта он рассматривается как величина, пропорциональная двум показателям: степени эрозии почв в регионе и площади сельскохозяйственных угодий. Балльная оценка первого показателя была сделана на основе полученной ранее карты % смытых почв в регионах (рис. 3.2.3.1.1.1). Балльная оценка второго показателя была сделана на основе данных о % площади сельскохозяйственных культур в регионах по базе данных ФСГС «Регионы России». Комбинация этих двух оценок дала балльную оценку используемого объема услуги по предотвращению водной эрозии (рис. 3.2.3.1.1.9). Полученная оценка может также служить оценкой **необходимого объема услуги**.

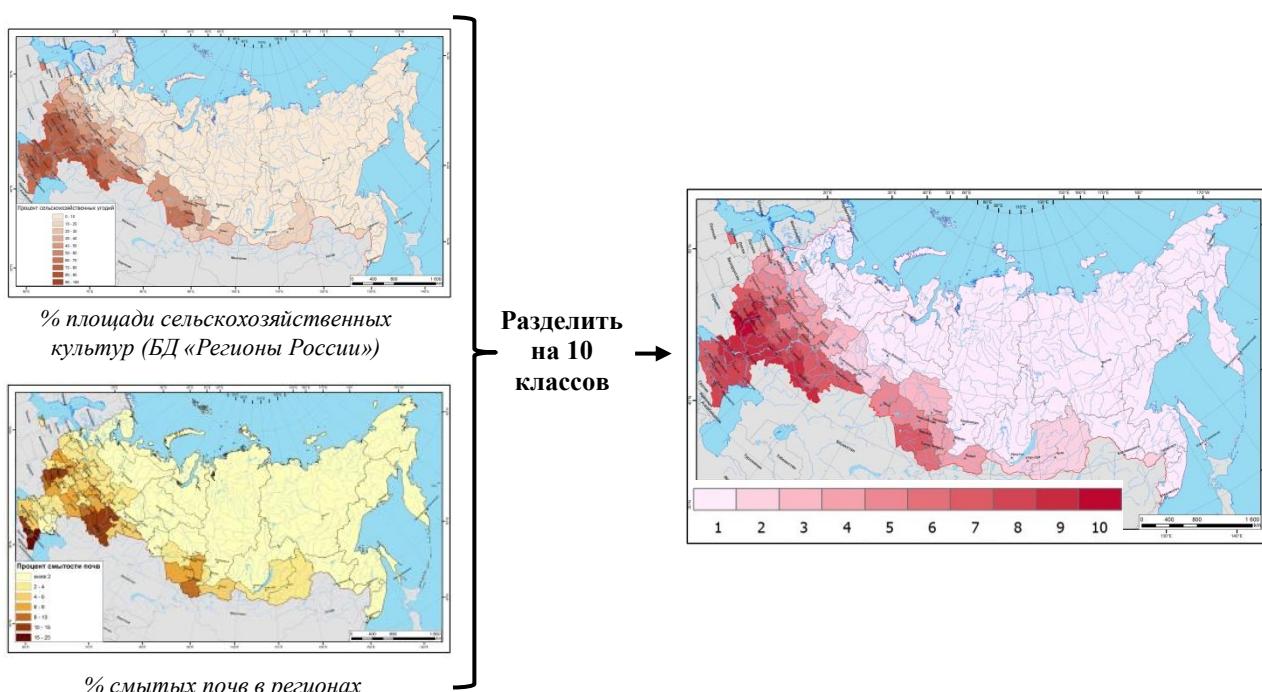


Рис. 3.2.3.1.1.9. Балльная оценка используемого объема услуги по предотвращению водной эрозии и схема его получения.

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Сопоставление балльных оценок для услуги по предотвращению эрозии *на всей территории* страны показывает, что используемый (необходимый) объем услуги распределен по регионам практически обратно пропорционально предоставленному объему. 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. 3.2.3.1.1.10 (а) видно, что в регионах северной половины Европейской части страны и почти на всей Азиатской части природные факторы, обеспечивающие услугу, относительно более сильны, чем факторы ее использования (зеленый цвет). Социально-экономические факторы использования услуги относительно более сильны в сельскохозяйственных регионах на юге Европейской части страны и Западной Сибири (красный цвет). Промежуточное положение занимают регионы, где природные и социально-экономические факторы относительно равны (белый цвет).

Сопоставление оценок услуги для сельскохозяйственных земель дает неоднозначную картину (рис. 3.2.3.1.1.10 б). Поскольку в этой оценке в качестве природных факторов, обеспечивающих выполнение услуги, учитывались только природные экосистемы,

прилегающие к сельскохозяйственным землям, в северных, сибирских и дальневосточных регионах, где площадь сельскохозяйственных посадок относительно невелика, эти факторы также получили низкую оценку, но все же преобладают над социально-экономическими факторами, определяющими использование услуги (светло-зеленый цвет на рис. 3.2.3.1.1.10 б). 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 Калмыкия и Республика Алтай (темно-красный цвет). В Калмыкии относительно велика площадь 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 относительно велика площадь смытых почв (что увеличивает потребность в услуге) при относительно небольшой площади сельхозугодий и, соответственно, окружающих их экосистем (что уменьшает предоставленный объем услуги).

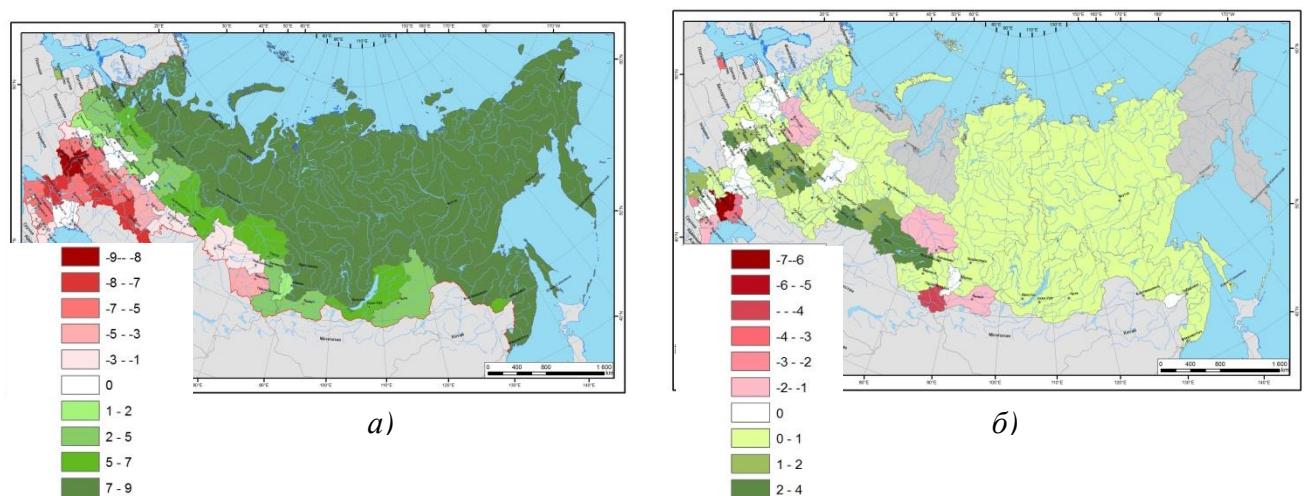


Рис. 3.2.3.1.1.10. Сопоставление балльных оценок предоставленного и используемого объемов экосистемных услуг по предотвращению водной эрозии почв:
 а) для всей территории страны;
 б) для сельскохозяйственных земель (серым обозначены регионы, где посадки сельскохозяйственных культур отсутствуют)

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Для оценки предоставленного экосистемами объема услуг:

- площадь природных экосистем в пределах малых и средних (каков их размер?) водосборных бассейнов;
- зависимости между % площади природных экосистем и % эродированных земель (объемом смытой почвы), выявленные для малых и средних водосборных бассейнов.

Для оценки используемого (необходимого) объема услуг:

- площадь эродированных сельскохозяйственных земель;
- площадь эродированных земель важных для других отраслей хозяйства (кроме случаев возможного ущерба от оползней и селей).

3.2.3.1.2. Защита от ветровой эрозии и предотвращение ущерба от пыльных бурь

Подходы к оценке данной услуги аналогичны таковым для услуг по предотвращению эрозии почв, однако рассматриваемая услуга имеет не только точечный (локальный), но и региональный масштаб действия, поскольку пользу от предотвращения ветровой эрозии благодаря функционированию экосистем получают население и хозяйства, расположенные не только в регионе, где предотвращена эрозия, но и в соседних регионах, расположенных в

направлении преобладающих ветров, относительно этих экосистем. Данная услуга оценена в баллах.

Предоставленный объем услуги определяется аналогично услуге по предотвращению водной эрозии (рис. 3.2.3.1.1.7 и 3.2.3.1.1.9).

Использованный объем услуги по предотвращению ветровой эрозии почв, как и в предыдущем случае, пропорционален двум показателям: наличию ветровой эрозии почв в регионах и площади сельскохозяйственных угодий. Балльная оценка первого показателя сделана на основе карты распространения основных типов эрозии почв по данным проекта «Земельные ресурсы России». Оценка второго показателя идентична таковой в предыдущем случае (сделана на основе данных о % площади сельскохозяйственных культур в регионах по базе данных ФСГС «Регионы России»). Комбинация этих двух оценок дала балльную оценку используемого объема услуги по предотвращению ветровой эрозии почв (рис. 3.2.3.1.2.1). Полученная оценка может также служить оценкой **необходимого объема услуги**.

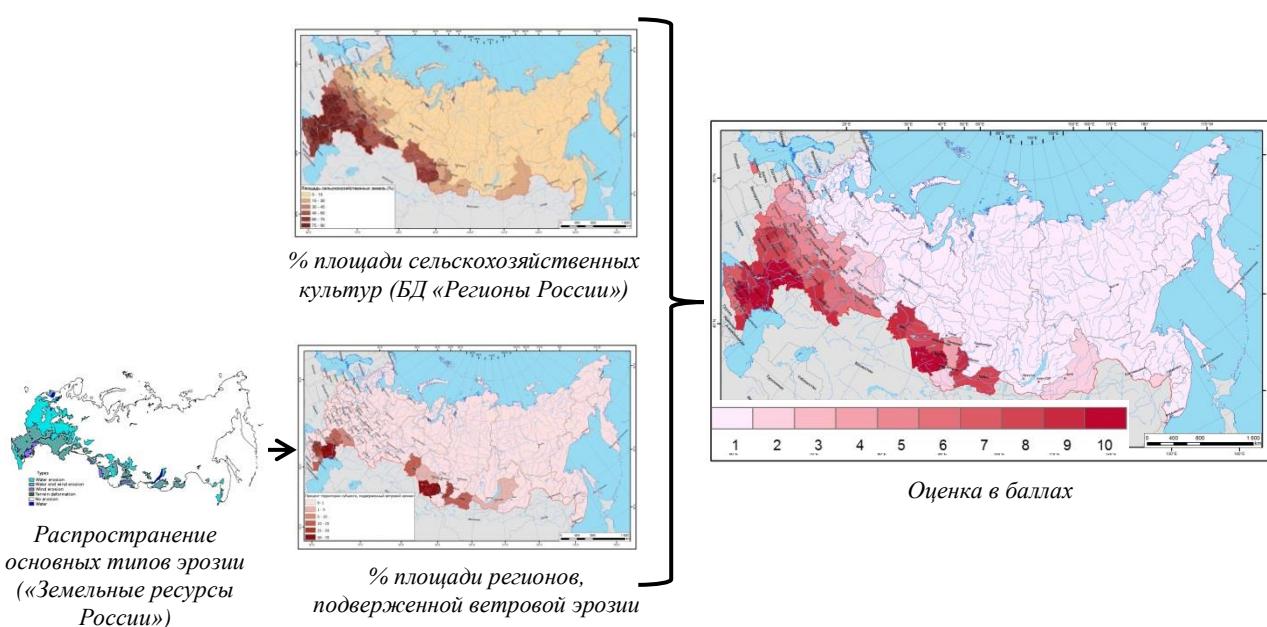


Рис. 3.2.3.1.2.1. Балльная оценка используемого объема услуги по предотвращению ветровой эрозии и схема его получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Сопоставление балльных оценок для услуги по предотвращению ветровой эрозии дает результат, аналогичный водной эрозии. Для услуги на *всей территории* страны используемый (необходимый) объем услуги распределен по регионам практически обратно пропорционально предоставленному объему. На рис. 3.2.3.1.2.2 (а) видно, что в регионах северной половины Европейской части страны и почти на всей Азиатской части природные факторы, обеспечивающие услугу, относительно более сильны, чем факторы ее использования (зеленый цвет). Социально-экономические факторы использования услуги относительно более сильны в сельскохозяйственных регионах на юге Европейской части страны и Западной Сибири (красный цвет). Промежуточное положение занимают регионы, где природные и социально-экономические факторы относительно равны (белый цвет).

Сопоставление оценок услуги для *сельскохозяйственных земель* (рис. 3.2.3.1.2.2 б) показывает, что социально-экономические факторы, определяющие использование услуги и потребность в ней, преобладают в регионах, где распространена ветровая эрозия (см. рис. 3.2.3.1.2.1).

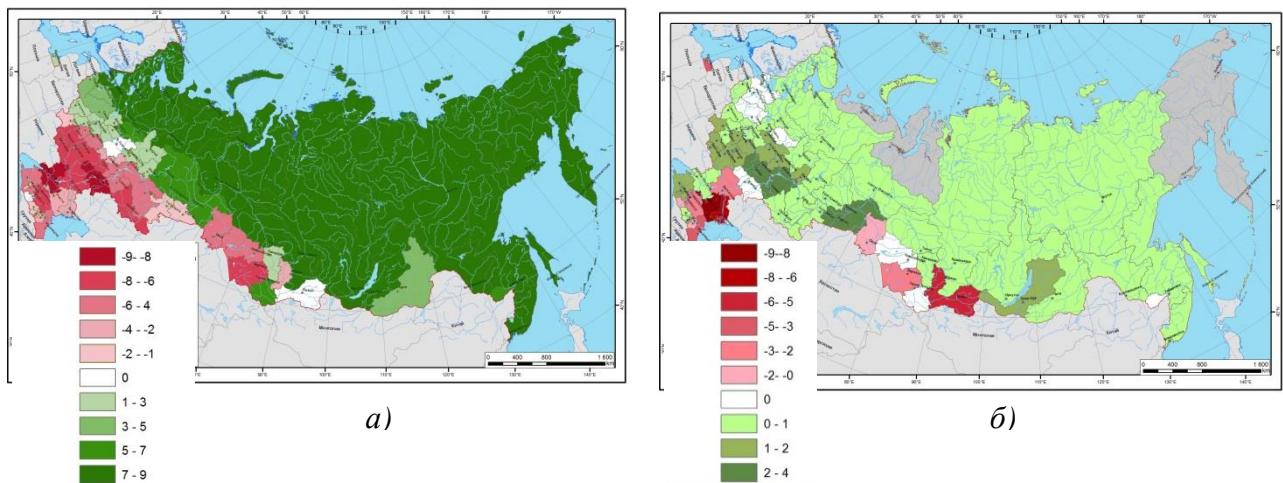


Рис. 3.2.3.1.2.2. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов экосистемных услуг по предотвращению водной эрозии почв:

- для всей территории страны;*
- для сельскохозяйственных земель (серым обозначены регионы, где посадки сельскохозяйственных культур отсутствуют)*

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

Для оценки предоставленного экосистемами объема услуг:

- зависимости между % площади природных экосистем и % эродированных земель (объемом унесенной ветром почвы).

Для оценки используемого (необходимого) объема услуг:

- площадь эродированных сельскохозяйственных земель;
- площадь эродированных земель важных для других отраслей хозяйства;
- ущерб от принесенных ветром почвы и грунта.

3.2.3.1.3. Предотвращение ущерба от сноса грунта в водоемы

Данная экосистемная услуга проанализирована на уровне постановки задачи. Подходы к оценке данной услуги аналогичны таковым для услуг по предотвращению эрозии почв, однако рассматриваемая услуга имеет не точечный (локальный), а региональный (точнее - бассейновый) масштаб действия, поскольку пользу от предотвращения сноса грунта в водоемы благодаря функционированию экосистем получают население и хозяйства, расположенные относительно этих экосистем ниже по течению.

Предоставленный объем услуги равен объему предотвращенного экосистемами сноса грунта в водоемы. Предварительно интенсивность сноса грунта может быть оценена по данным Национального атласа России (рис. 3.2.3.1.3). Объем предотвращенного экосистемами сноса грунта в водоемы 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 в регионах.

Использованный объем услуги - это объем предотвращенного экосистемами сноса грунта в водоемы, который наносит экономический ущерб. Если экосистемы предотвращают снос грунта в водоемы в совершенно безлюдных местах, где отсутствует население и хозяйство, то там данная услуга не используется. Ущерб от сноса грунта в водоемы может нести население, использующее загрязненную воду и различные отрасли хозяйства, в том числе: промышленность, сельское и коммунальное хозяйство, использующие загрязненную воду из реки, рыболовство и рыбоводство, судоходство. Эти компоненты потенциального ущерба необходимо учитывать при оценке используемого и необходимого объемов данной экосистемной услуги.

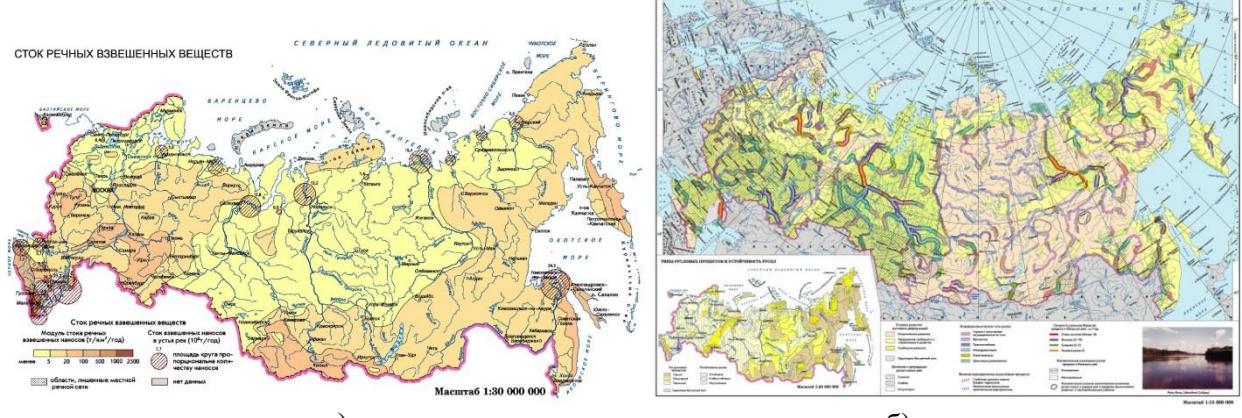


Рис. 3.2.3.1.3. Данные для оценки предоставленного объема услуги по предотвращению сноса грунта в водоемы:

- а) карта стока речных взвешенных веществ (Национальный атлас России, том 2);
 б) русловые процессы, включая заливение (Национальный атлас России, том 2).

3.2.3.1.4. Предотвращение ущерба от оползней и селей

Данная экосистемная услуга проанализирована на уровне постановки задачи. Услуга выполняется экосистемами, прежде всего, в горных районах и районах с развитым рельефом (рис. 3.2.3.1.4). Кроме того, данная услуга может быть важна в регионах, где наблюдаются интенсивные процессы разрушения берегов водоемов.



Рис. 3.2.3.1.4. Распространение селей (Национальный атлас России, том 2)

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

Показатель **использованного объема услуги** – снижение вероятности схода селей, которые могут нанести ущерб людям и хозяйству. Основные факторы, влияющие на этот показатель – плотность населения, региональный ВВП, стоимость основных фондов (данные имеются в ФСГС «Регионы России»)

3.2.3.2. Формирование биопродуктивности почв

Влияние природных экосистем на почвы, которые являются их частью, не является экосистемной услугой. Это пример экологических процессов, которые лежат в основе функционирования природных экосистем (рис. 1.2.1).

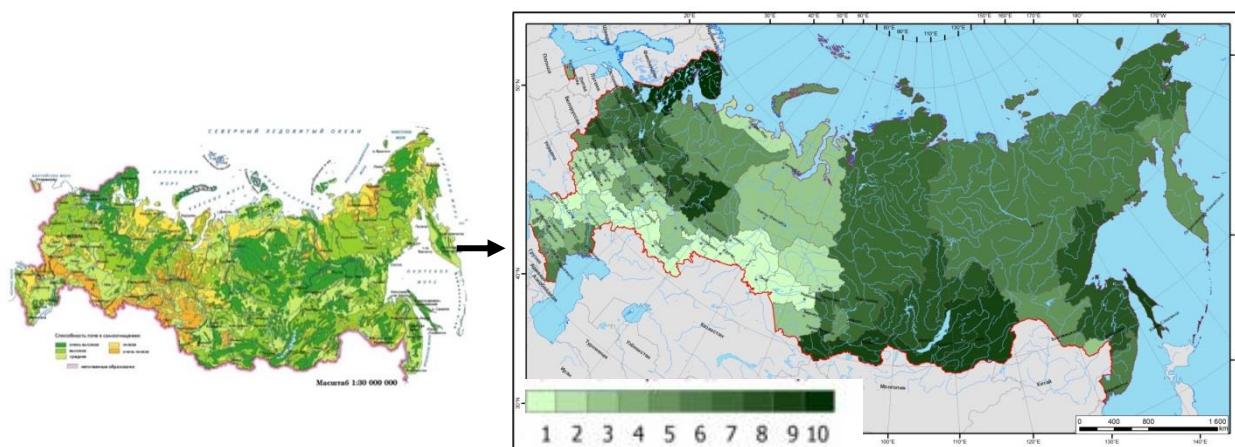
Экосистемной услугой является влияние природных экосистем на биопродуктивность почв, которые используются человеком. Известно, что лес на определенном расстоянии влияет на свойства почв на прилежащих полях. Воздействие природных экосистем на продуктивность сельскохозяйственных почв многофакторно и включает влияние на содержание влаги, органических веществ, разнообразие почвенной биоты и др.

Данная услуга имеет локальный (точечный) масштаб, поскольку распространяется лишь на сотни метров от экосистем. Для ее оценки необходимо понимание масштабов воздействия природных экосистем на продуктивность сельскохозяйственных почв, что требует дальнейших исследований.

3.2.3.3. Самоочищение почв от загрязнений

Оценка данной услуги произведена в баллах.

Предоставленный объем услуги оценен как количество загрязнений, которое может быть переработано и нейтрализовано почвами за год. Оценка произведена на основе карты «способность почв к самоочищению» из Национального атласа России (том 2), где выделены зоны с 5 баллами способности почв к самоочищению: очень высокая (5), высокая (4), средняя (3), низкая (2), очень низкая (1). Данная карта была векторизована и определена площадь каждого балльного значения по субъектам Федерации. Затем, с учетом полученных площадей, был вычислен средний балл для каждого субъекта и получена 10-балльная оценка объема предоставленной услуги (рис. 3.2.3.3.1).



*Рис. 3.2.3.3.1. Балльная оценка предоставленного объема услуги по самоочищению почв:
а) карта «Способность почв к самоочищению (Национальный атлас России)»;
б) балльная оценка предоставленного объема услуги.*

Необходимый и использованный объемы услуги определяются величиной снижения ущерба от загрязнения почв. В качестве основных факторов, влияющих на этот показатель, учтены следующие:

- плотность населения (данные ФСГС «Регионы России»),
- % площади сельскохозяйственных культур в регионах (данные ФСГС «Регионы России»)
- % площади загрязненных территорий в регионах (по данным: Усачев, Прокачева, 2004).

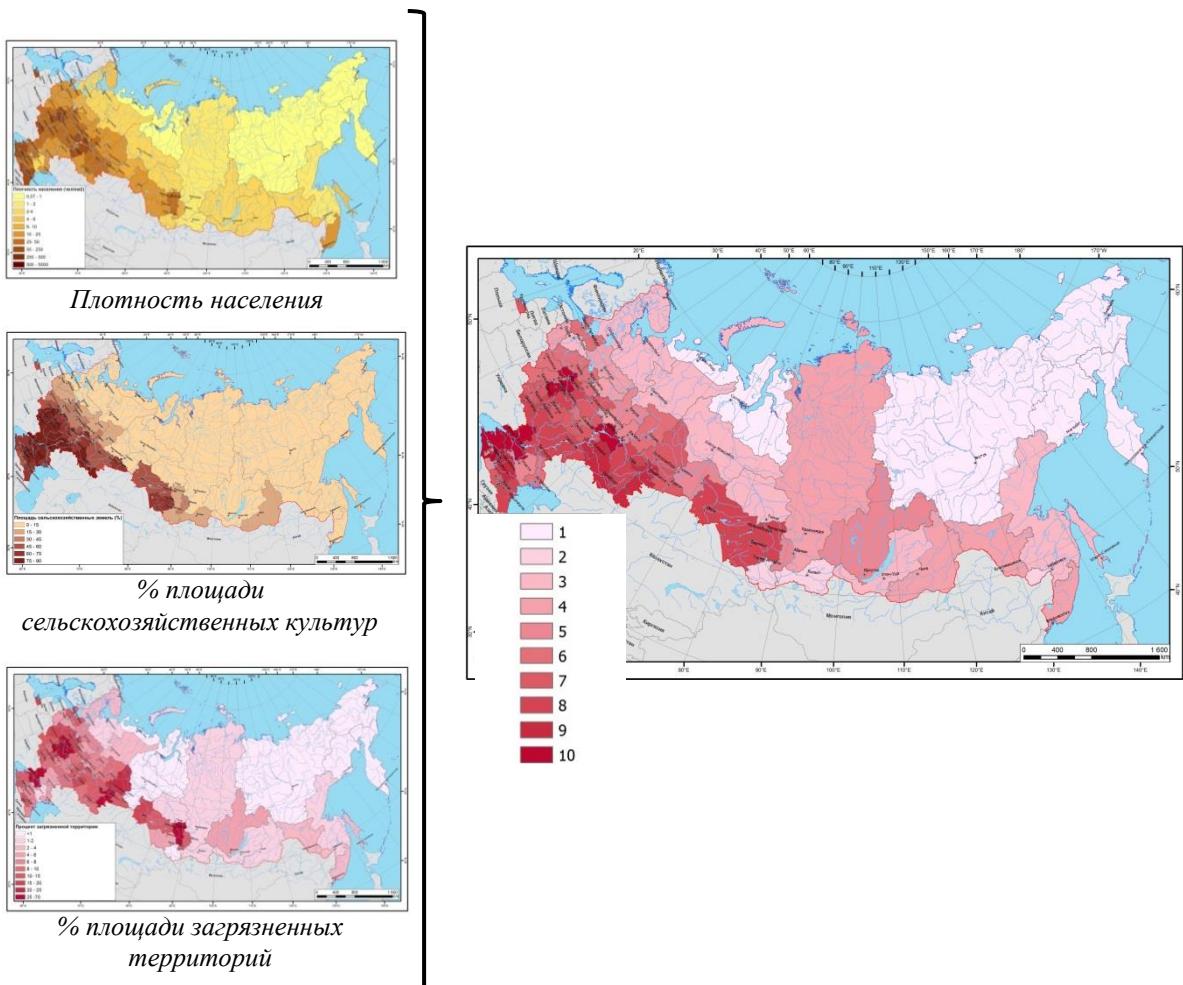


Рис. 3.2.3.3.2. Балльная оценка используемого объема услуги по самоочищению почв и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Сопоставление показывает, что, как и в случае других экосистемных услуг из «почвенной» группы, предоставленный и используемый объемы услуги распределены по территории преимущественно обратно пропорционально. Максимальная потребность в услуге и ее максимально интенсивное использование наблюдаются в сельскохозяйственных регионах южного пояса страны. В этих регионах все три учтенных фактора (плотность населения, площадь сельскохозяйственных угодий, степень загрязненности почв) имеют наиболее высокие значения. Но именно в этих сельскохозяйственных регионах предоставленный объем услуги, в соответствии с данными Национального атласа России, минимален. Максимальную способность к самоочистке имеют почвы лесных регионов (за исключением Западной Сибири, где преобладают болота), которые меньше нуждаются в услуге. Балльная оценка степени использования услуги и степени удовлетворения потребности в ней (которые в данном случае совпадают) показывают, что в южных регионах Европейской части страны, Урала и Западной Сибири (отрицательные значения и красный цвет на рис. 3.2.3.3.3) социально-экономические факторы, определяющие высокую потребность в услуге и ее интенсивное использование, 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 зеленый цвет на рис.) природные факторы обеспечения услуги относительно преобладают на социально-экономическими факторами ее использования. Значения «0» и белый цвет показывают регионы, где социально-экономические и природные факторы относительно равны.

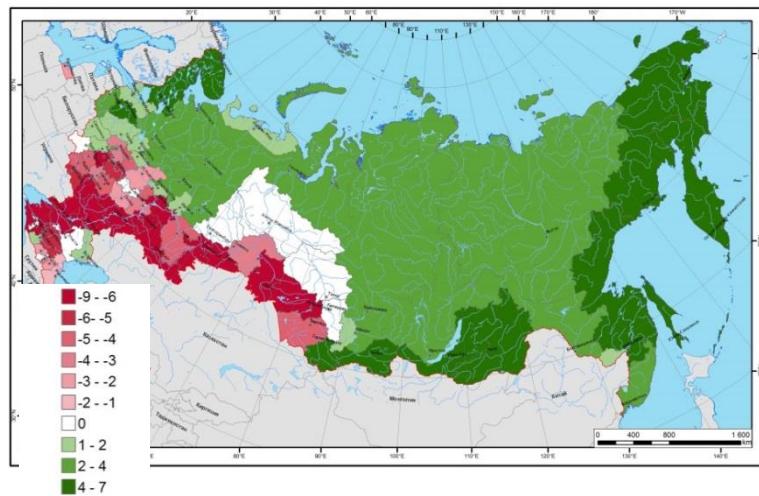


Рисунок 3.2.3.3.3. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объема услуги по самоочищению почв. Объяснения в тексте.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

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. 3.2.3.3.4). Для количественной оценки предоставленного объема необходимы данные о скорости переработки различных загрязнений в почвах разных типов.

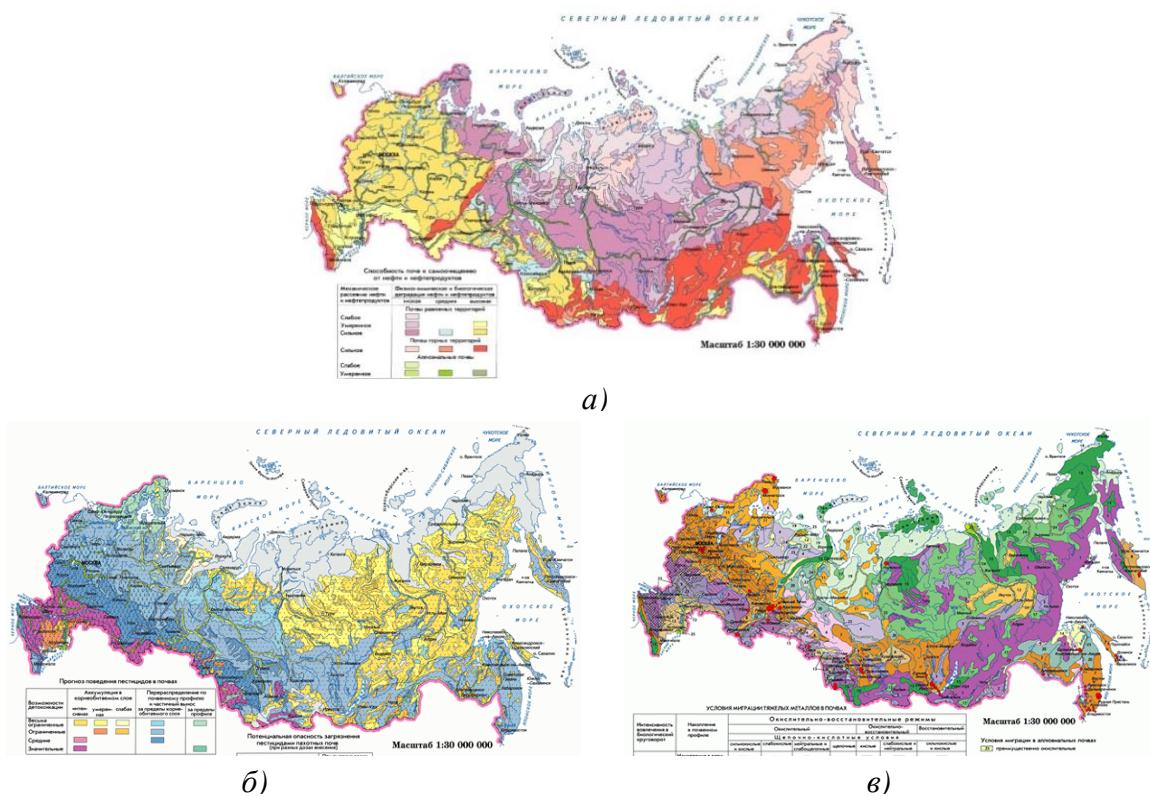


Рис. 3.2.3.3.4. Информация для уточнения оценки предоставленного объема услуг по очистке почв от загрязнений:

- способность почв к самоочищению от нефти и нефтепродуктов;
- прогноз поведения пестицидов в почвах;
- условия миграции тяжелых металлов в почвах (Национальный атлас России)

Для количественной оценки *используемого (необходимого) объема* услуги необходимы данные о скорости поступления различных загрязнителей в почвы. Для количественной оценки предотвращенного ущерба необходимы данные о скорости перехода загрязнителей из почвы в сельскохозяйственную продукцию и об объемах продукции, выращиваемой на загрязненных почвах.

3.2.3.4. Регуляция криогенных процессов

Криогенными процессами называются физические, физико-химические и биологические процессы, которые происходят в результате охлаждения горных пород до отрицательных температур, их замерзания и оттаивания (Мудров, 2007). Криогенные процессы 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 России. Сезонное промерзание изменяет характер функционирования экосистем, гидрологический режим, газообмен, ограничивает функционирование большинства микроорганизмов. В северных районах, наряду с сезонным промерзанием и оттаиванием, существуют постоянно мерзлые горные породы. Многолетнемерзлые породы – породы находящиеся в мерзлом состоянии (имеющие температуру ниже 0 °С и содержащие лед) в течение не менее двух последовательных лет (Романовский, 1980), - занимают около 65% территории России. Существованием многолетней мерзлоты обусловлен комплекс криогенных процессов, связанный

- с сезонным промерзанием (например, сезонное пучение за счет миграции влаги при промерзании, образованием ледяных прослоев – шлиров, - в промерзшей горной породе или почве, и увеличением объема воды при замерзании)

- с многолетним промерзанием (например, многолетнее пучение, или морозобойное растрескивание – формирование трещин на земной поверхности в результате температурных деформаций сжатия массива горных пород)

- с оттаиванием мерзлых пород (например, термокарст – формирование котловины в результате понижения кровли мерзлых пород при изменении характера теплообмена через поверхность и оттаивания подземных льдов).

В настоящее время на территории распространения многолетнемерзлых пород в России постоянно проживают и ведут хозяйственную деятельность миллионы людей. Специфика взаимодействия определяет существование государственного регулирования в сфере строительства, безопасности, добычи полезных ископаемых в области распространения многолетнемерзлых пород.

Контакт с человеком неизбежно вызывает изменение свойств экосистем, в том числе состояния многолетнемерзлых пород. Для создания подходящих условий жизнедеятельности в районах распространения многолетней мерзлоты – территориях с холодными и продолжительными зимами, - человек вырабатывает или получает тепловую энергию (например, для поддержания комфортной температуры). Если полный отвод тепла от поверхности пород не обеспечивается, то это тепло так или иначе изменяет состояние мерзлоты – ее температуру, положение кровли.

Современные изменения климата, с яркой тенденцией к потеплению летом, осенью и весной в большинстве районов распространения многолетнемерзлых пород (Росгидромет, 2015) также приводят к дополнительному поступлению тепла в мерзлые породы. Во многих регионах наблюдается повышение температуры мерзлых пород (Romanovsky et al., 2010), в отдельных регионах существуют выраженные тенденции к увеличению глубины сезонного оттаивания мерзлых пород (Circumpolar active layer monitoring, 2015). Оттаивание ледистых горизонтов инициирует процессы деградации мерзлоты – изменения положения кровли мерзлых пород, формирование нового облика экосистемы. С учетом современных тенденций к преобладающей деградации мерзлых пород в данном разделе будет рассматриваться экосистемная услуга по регуляции криогенных процессов.

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 мерзлотной оценки и прогноза

состояния мерзлых пород 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, СП 25.13330.2012, 2012).

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

- состав пород (за счет различия в составе, влажности и теплофизических характеристиках тепловые колебания на поверхности неодинаково распространяются вглубь горных пород);
- снежный покров (является теплоизолятором между атмосферой и кровлей пород);
- растительный покров (является теплоизолятором между атмосферой и кровлей пород);
- водный покров (при неполном промерзании водоемов формируются талые зоны);
- рельеф и экспозиция склона (определяет приток радиации к поверхности пород);
- заболоченность (за счет сочетания характеристик присущих открытым водоемам и существенному участию органики в составе пород);
- инфильтрация летних осадков (тепловой эффект при проникновении в почвы теплых летних осадков).

Предоставленный объем услуги по экосистемному регулированию криогенных процессов оценен на сновании влияния растительного и снежного (поскольку растительность существенно влияет на снежный покров) покровов на температурный режим мерзлых пород.

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

$$\Delta t_{cp} = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\Delta A_1 \frac{\tau_1}{2} - \Delta A_2 \frac{\tau_2}{2}}{T},$$

где:

Δt_{cp} – величина изменения среднегодовой температуры поверхности под покровом,

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

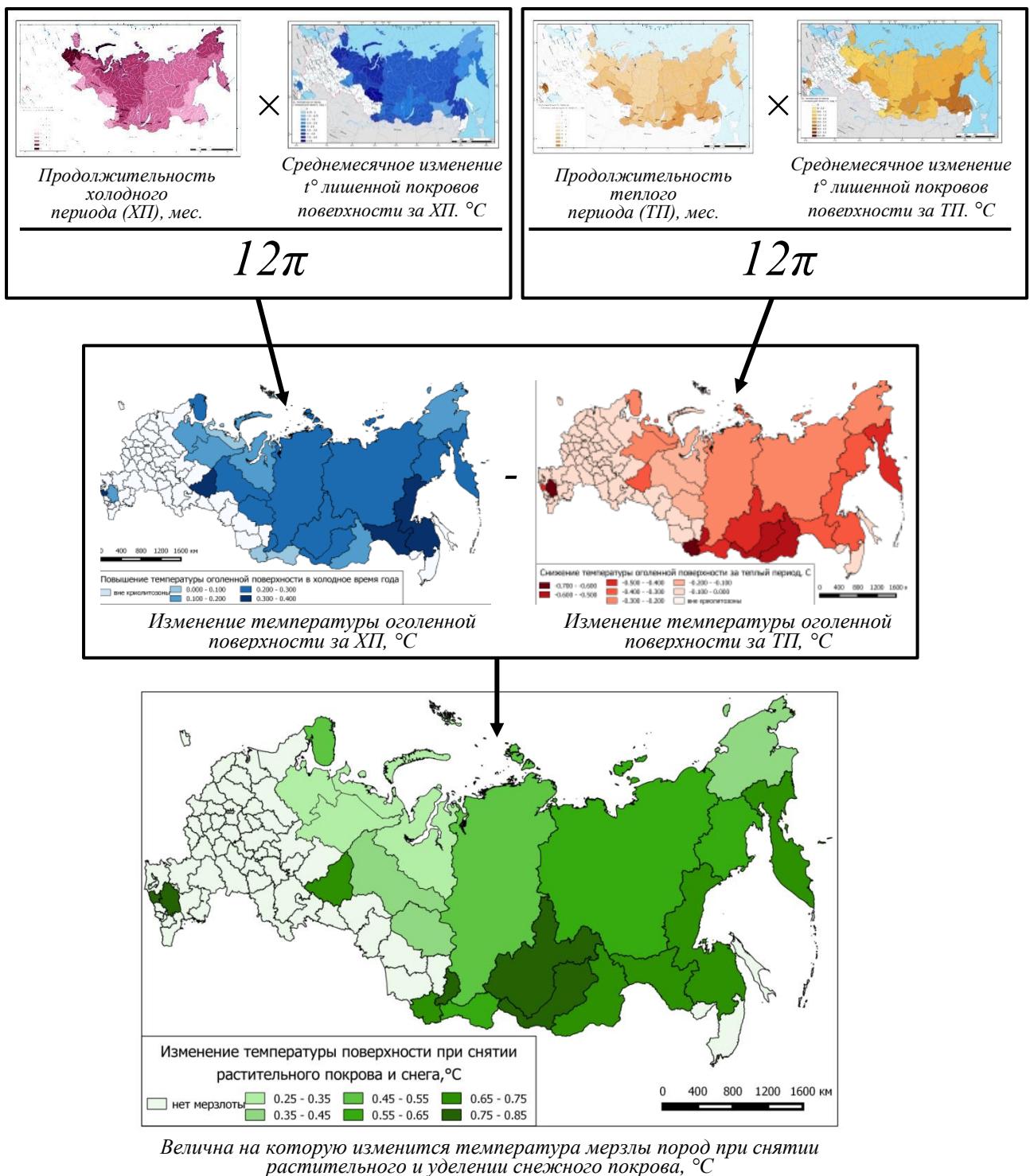
τ_1 и τ_2 – продолжительность периодов со значениями температуры на поверхности покровов ниже 0°C и не менее 0°C, соответственно

T – период, равный году – в тех же единицах измерения, что и τ_1 и τ_2 .

Для расчета влияния покровов были использованы данные метеорологических станций о температуре воздуха и температуре поверхности почвы из базы данных Основные метеорологические данные (сроки), предоставляемые в открытом доступе ВНИИГМИ МЦД (АИСОРИ, 2015). Поскольку температура поверхности измеряется на метеостанциях на расчищенной от растительного покрова площадке в теплое время года и на поверхности снега в холодный период, то данный подход к оценке экосистемной функции по регуляции криогенных процессов также как и экосистемная функция по обеспечению стока экосистемами основывается на подходе оценки 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 был проведен для тех лет, в которые количество станций, на которых наблюдались оба параметра, составляло не менее 90%. Так были отобраны данные за 1990-1992 гг. Трехлетнего периода достаточно для первичного анализа влияния покровов по формуле (1) и определения стандартного отклонения для искомой величины.

Этапы оценки показаны на рис. 3.2.3.4.1.



Сначала была рассчитана продолжительность холодного и теплого периодов года по данным о среднемесячной температуре. Месяц относится к теплому при температуре не ниже ноля. Можно отметить, что среди регионов распространения мерзлых пород наиболее широко представлены такие, где холодный период длится 6-8 месяцев. Архангельская область лидирует по продолжительности холодного периода по причине нахождения нескольких метеостанций в этой области на территории Арктических архипелагов. В

регионах, где проходит граница криолитозоны обращает на себя внимание то, что продолжительность и теплого и холодного периодов приблизительно равны.

Далее было оценено изменение температуры на поверхности, лишенной покровов, в теплое и холодное время года. Поверхность охлаждается и нагревается сильнее, чем воздух. Это связано со свойствами поверхности поглощать и излучать радиацию. Наибольшая разница между температурой воздуха и поверхностью, как в теплое, так и в холодное время года, характерна для южных районов распространения мерзлых пород, что связано с более высокими значениями радиационного баланса и, следовательно, отраженной солнечной радиации.

Суммарное изменение температуры за теплое и холодное время года показывает, что экосистемные изменения температуры поверхности составляют не более 1,0 С за каждый сезон, и основной вклад состоит в теплоизоляции мерзлых пород в летнее время. Стоит отметить, что по всем исходным индикаторам выделяются южные районы распространения мерзлоты, в том числе высокогорья Кавказа и Алтая. Безусловно существуют различия между наблюдениями на метеостанциях и участками нахождения мерзлых пород. Именно в южных районах суммарная функция по стабилизации мерзлых пород экосистемой проявляется наиболее ярко. В северных регионах значение покровов в изменении температуры поверхности пород и мерзлоты снижается до 0,3-0,4 С.

Используемый объем услуги определяется ущербом, который предотвращен благодаря экосистемному регулированию криогенных процессов.

Влияние снежного и растительного покровов на температуру поверхности почвы рассматривается как экосистемная функция по стабилизации состояния мерзлых пород, поскольку растительный покров причастен к накоплению и удержанию снега. Для расчета экосистемной услуги дополнительно необходимо определить, в каком объеме существующая экосистемная функция удовлетворяет потребностям в сохранении мерзлых пород в том или ином субъекте Российской Федерации. По сути, необходима величина, характеризующая 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, присвоенным экспертами некоторым мерзлотным и биологическим характеристикам, включающим среди прочего температуру мерзлых пород и их льдистость. На локальном уровне оценки 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 своде правил по строительству на многолетнемерзлых грунтах (2012) величина объемной теплоты таяния грунта L_v (Дж м^{-3}) принимается равной количеству теплоты, необходимой для таяния льда в единице объема грунта и определяется по формуле:

$$L_v = L_0(W_{tot} - W_w)\rho_d, \quad (2)$$

где $L_0 = 335000$ Дж кг^{-1} – удельная теплота плавления льда, W_{tot} – суммарная влажность пород, W_w – влажность за счет незамерзшей воды, присутствующей в мерзлых породах, ρ_d – плотность скелета грунта ($\text{кг} \text{м}^{-3}$). Количество теплоты, которое идет на нагревание мерзлого грунта до температуры таяния не учитывается, поскольку она существенно меньше теплоты фазового перехода – для нагрева 1 кг льда на 1°C затрачивается 4186,8 Дж.

Однако, увеличение температуры мерзлых пород, даже не приводящее к их полному оттаиванию неизбежно ведут к сокращению несущей способности грунтов, развитию криогенных процессов. Поэтому на основании карт температуры мерзлых пород, льдистости мерзлых пород и величины потребления электроэнергии в субъектах Федерации (база данных ФСГС «Регионы России»), была проведена оценка воздействия техногенеза на мерзлые породы на региональном уровне (рис. 3.2.3.4.2).

Предварительные расчеты по формуле (2) при определенных допущениях (температура замерзания грунта $T_{bf}=-0.1^\circ\text{C}$, плотность скелета грунта $\rho_d=1700 \text{ кг} \text{м}^{-3}$, содержание незамерзшей воды $W_w=0$, суммарная влажность W_{tot} соответствует средней видимой льдистости по региону, температура мерзлых пород соответствует средней по региону, даже

если предположить, что суммарное энергопотребление в регионе идет на оттаивание мерзлых пород, недостаточно для того чтобы полностью растопить мерзлоту, и увеличить ее температуру более чем на 1°C.

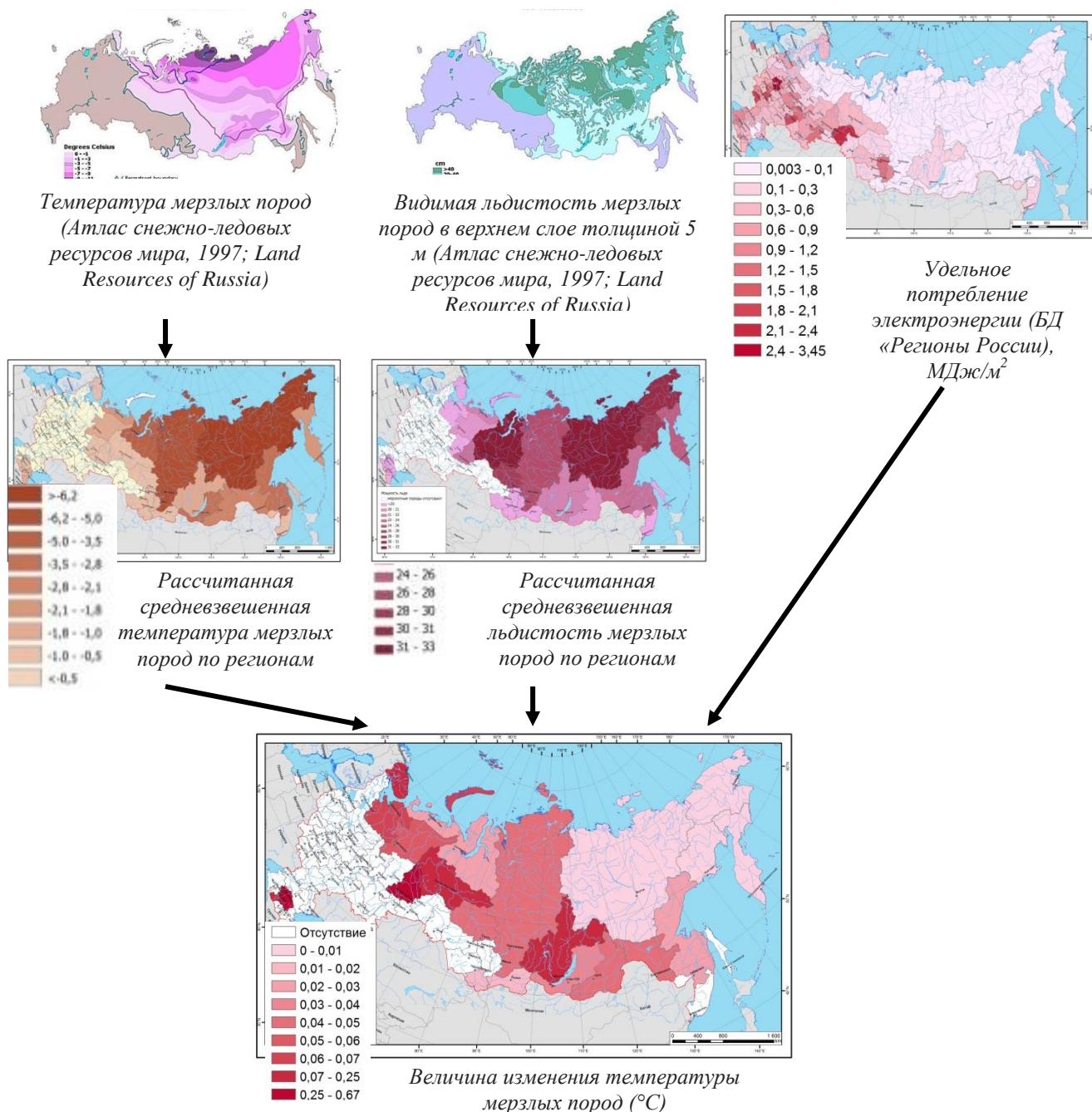


Рисунок 3.2.3.4.2. Показатель для оценки используемого (необходимого) объема услуги по регулированию криогенных процессов: величина изменения температуры мерзлых пород (°C) при условии, что все потребление электроэнергии идет на ее нагревание

Сопоставление оценок предоставленного и используемого объемов.

На рисунке 3.2.3.4.3 приведена диаграмма соотношения используемого объема услуги (по величине изменения температуры пород за счет энергопотребления в регионе) и предоставленного объема услуги (по величине теплоизолирующего влияния растительности) экосистемной услуги по регуляции температуры мерзлых пород. В большинстве регионов мерзлота отсутствует – это отражается пузырьком со значением 60 субъектов федерации в начале координат. Все остальные значения диаграммы спроса-предложения на данную экосистемную услугу лежат в области избыточного предложения. 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 °C и 0,1 °C, соответственно) и Чукотский АО (0,4 °C и >0,0 °C, соответственно). Уже на примере двух последних регионов заметно, насколько большое значение играет в данном расчете площадь региона. В действительности воздействие на мерзлые породы имеет более локальный характер, и рассматривать воздействие человека, обитающего на 1% территории региона, на всю территорию района дает искаженный результат. Усовершенствование системы оценки должно учитывать этот фактор.

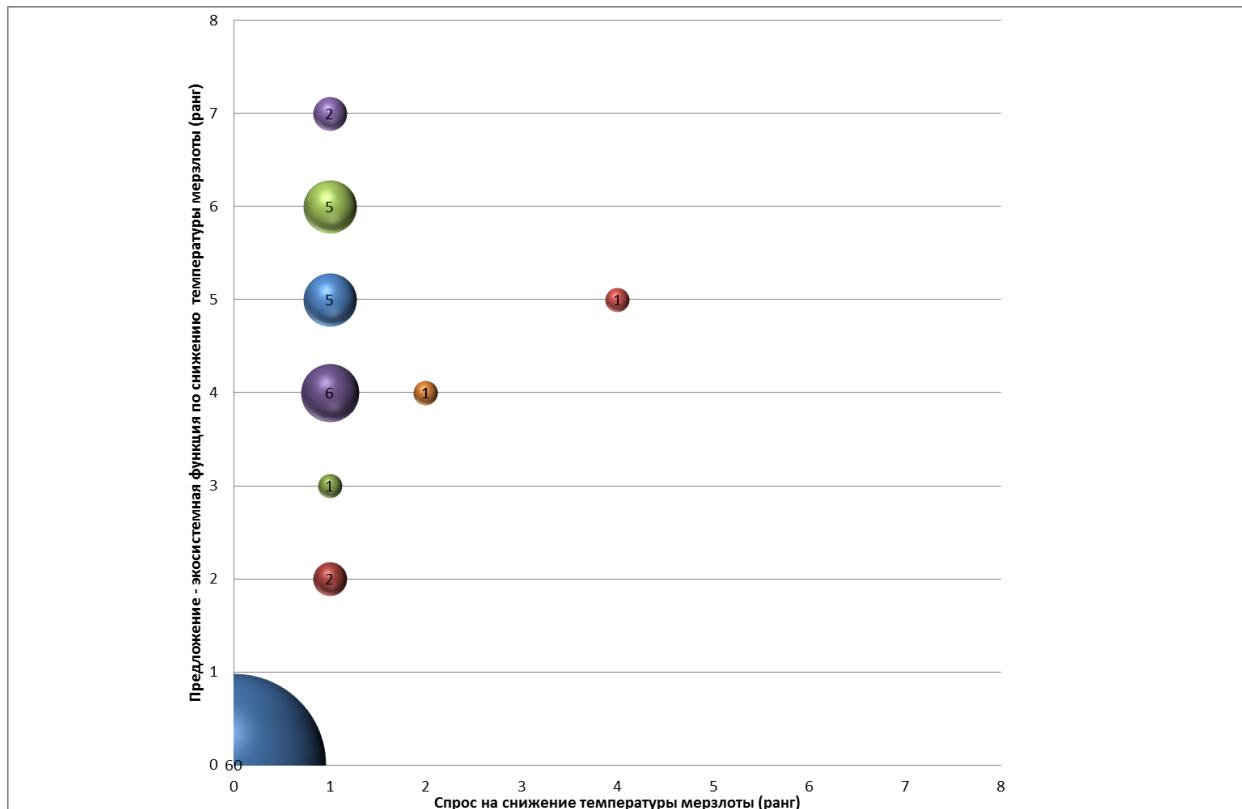


Рисунок 3.2.3.4.3 . Диаграмма распределения спроса (по величине изменения температуры пород за счет энергопотребления в регионе) и предложения (по величине теплоизолирующего влияния растительности) экосистемной услуги по регуляции температуры мерзлых пород. Ранги: 0 – 0 °C, 1 – 0-0,4 °C, 2 – 0,4-0,5 °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.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

В данном случае использован только один из вариантов оценки экосистемной услуги по регуляции криогенных процессов. Среди множества факторов влияющих на температуру мерзлых пород выделено лишь 2, хотя и в наибольшей степени связанных с экосистемами, однако не учитывающими например состав пород, определяющих ход изменения колебаний температуры в талом слое. Это сравнительно легко осуществимо при использовании карты с типами отложений из популярного в наших разделах ресурса Land Resources of Russia. То же касается и влияния экспозиции и крутизны склонов.

Подход «от противного» - исключение влияния экосистем на теплообмен между мерзлыми породами и атмосферой может и должен быть валидирован по спутниковым данным MODIS по температуре поверхности и температуре почвы на глубине 2 см, определяемой на некоторых метеостанциях. Это позволит определить непосредственно теплоизолирующий эффект растительности от корней до крон деревьев.

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, ведь действие теплового фактора более локально и зависит от площади контакта излучателя тепла с породами. Что касается утечек, то для тепловых и электрических сетей требуется использовать отдельные коэффициенты теплопотерь.

3.2.4. Услуги по регулированию биологических процессов, важных для экономики и безопасности

3.2.4.1. Контроль численности отдельных видов, имеющих важное хозяйственное значение

Данная группа экосистемных услуг включает услуги по регулированию численности следующих основных групп видов:

- вредителей сельского хозяйства,
- вредителей и болезней леса,
- опылителей,
- видов, наносящих вред охотничьему хозяйству.

Услуги проанализированы на уровне общей постановки задачи.

Данная группа услуг имеет преимущественно *локальный* масштаб, так как воздействие природных экосистем на хозяйственно-важные объекты распространяется на сравнительно небольшое расстояние передвижения указанных видов животных (кроме видов, мигрирующих на большие расстояния, например, саранчи).

Экосистемная услуга по контролю численности *вредителей сельского хозяйства* 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 качественная (балльная оценка) данного показателя на основании *локальной* площади природных экосистем.

Используемый объем услуги зависит от интенсивности сельского хозяйства и может быть оценен на основе посевных площадей сельскохозяйственных культур (рис. 3.2.4.1.1)

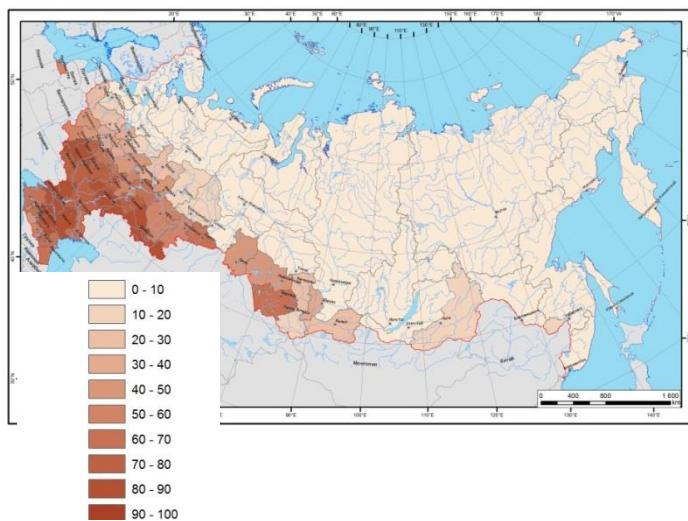


Рис. 3.2.4.1.1. Процент площади сельскохозяйственных культур в регионах по БД «Регионы России»

Экосистемная услуга по контролю численности *вредителей леса* важна, прежде всего, в регионах, где леса наиболее подвержены болезням и воздействию вредителей. Эти регионы также одновременно являются самыми малолесными и наиболее освоенными человеком (рис. 3.2.4.1.2 а, б), что дополнительно увеличивает значение данной услуги в них.

Предоставленный объем услуги – снижение ущерба от вредителей и болезней леса благодаря природным экосистемным процессам. Однако методика оценки этого показателя должна учитывать 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. 3.2.4.1.2, в наибольшей степени от вредителей страдают леса в сильно трансформированных человеком регионах южного пояса страны, где леса, очевидно, сильно изменены человеком и фрагментированы (исключение Камчатка на рис. 3.2.4.1.2 б) .

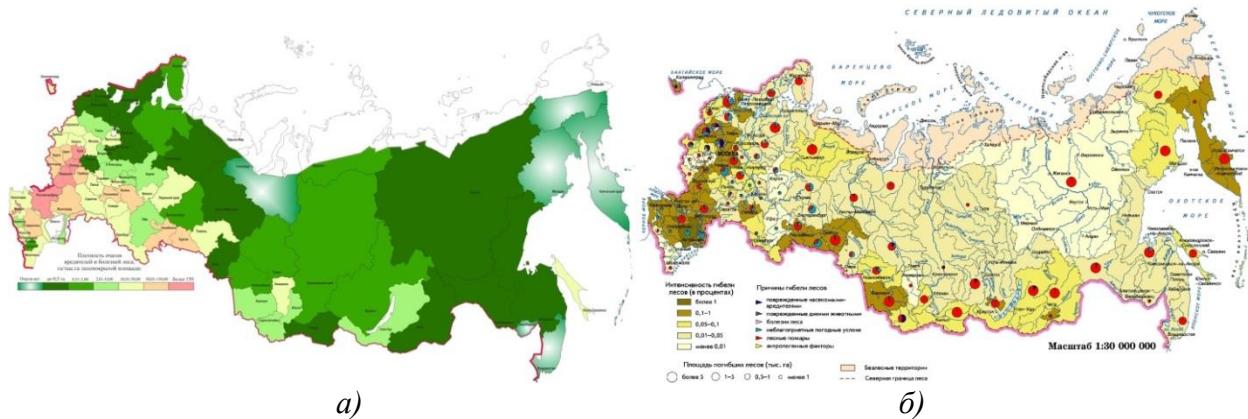


Рис. 3.2.4.1.2. Показатели для оценки услуг по регулированию численности вредителей леса:
а) плотность очагов вредителей и болезней леса за май 2012 г.¹⁰;
б) гибель лесов от неблагоприятных факторов (Национальный атлас России).

Услуга по контролю численности **опылителей**, по сути, является **услугой по опылению сельскохозяйственных культур**. Опыление растений в природе является важнейшим экологическим процессом, который лежит в основе нормального функционирования экосистем, но не является экосистемной услугой (рис. 1.2.1). Экосистемной услугой, то есть, экосистемной функцией, от которой человек получает непосредственную пользу, является опыление хозяйствственно-важных растений насекомыми, обитающими в природными экосистемах. Эта услуга важна в регионах, где выращивают энтомофильные сельскохозяйственные культуры.

Показатель для балльной оценки **предоставленного объема услуги** – тот же, что использован для оценки экосистемной услуги по предотвращению эрозии почв на сельскохозяйственных землях - площадь природных экосистем в буферных зонах шириной 1 км вокруг сельскохозяйственных угодий. На его основе сделана балльная оценка предоставленного объема услуги (рис. 3.2.4.1.3).

Показатель **используемого объема услуги** - площадь энтомофильных культур (сумма площадей посадок плодово- ягодных культур, подсолнечника и рапса)¹¹ (рис. 3.2.4.1.4). Данные о площади энтомофильных культур взяты из базы данных «Регионы России». Была вычислена доля их площади от площади региона и на основании этого показателя получена балльная оценка используемого объема услуги.

¹⁰ Российский центр защиты леса, <http://www.rcfh.ru/userfiles/files/plotnost%202012%20may.jpg>

¹¹ Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России - 2013 г. http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_38/Main.htm

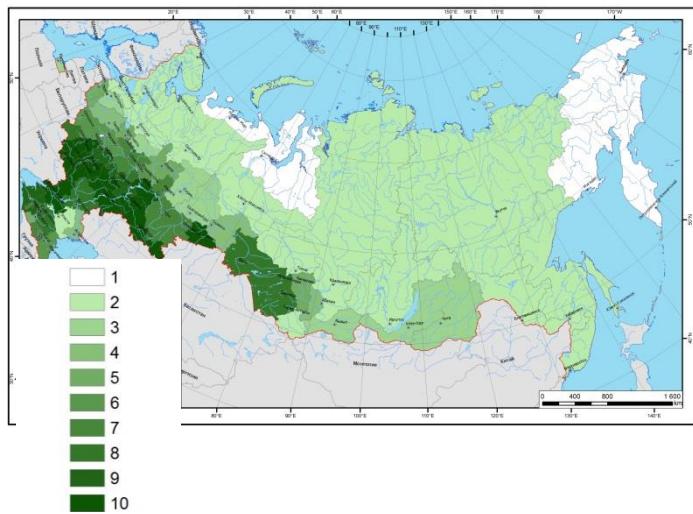


Рис. 3.2.4.1.3. Балльная оценка предоставленного объема услуги опыления сельскохозяйственных культур.

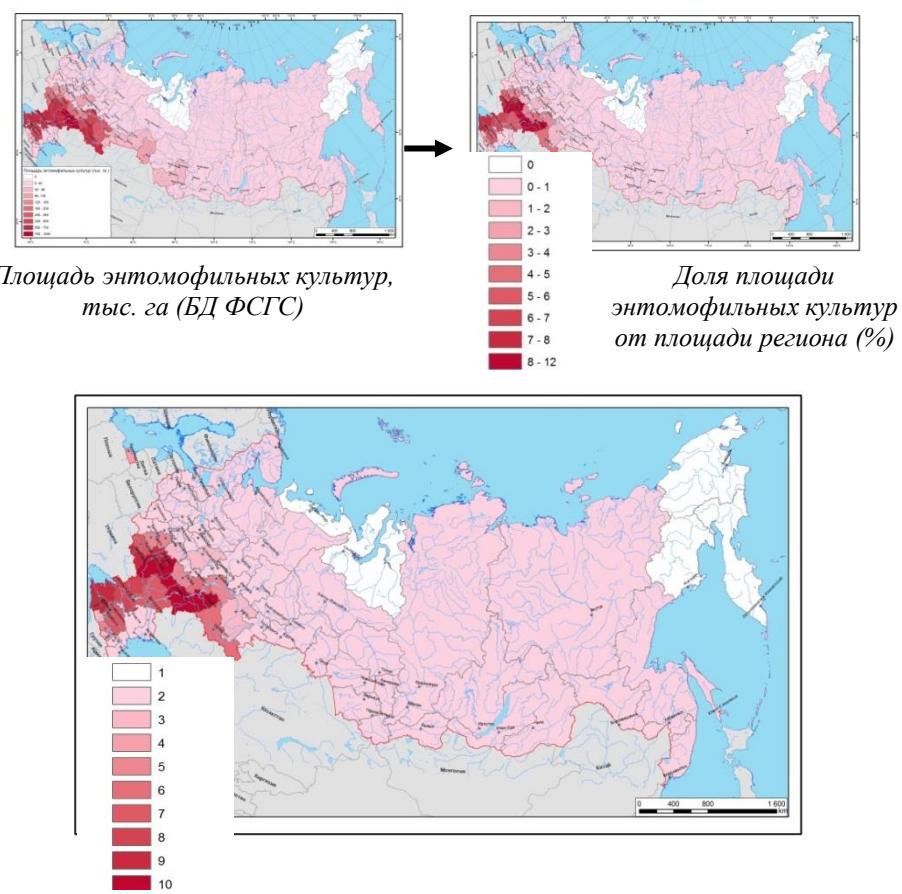


Рис. 3.2.4.1.4. Балльная оценка использованного объема экосистемной услуги опыления сельскохозяйственных культур и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Балльная оценка степени использования услуги вычислена как разность балльных оценок предоставленного и использованного объемов ($V_{\text{предоставленный}} - V_{\text{использованный}}$). Как видно на рисунке 3.2.4.1.3, почти на всей территории страны 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 положительна), то есть, почти вся территория полностью обеспечена данной услугой. Относительное преобладание социально-экономических факторов, то есть, относительно большая площадь энтомофильных культур при относительно небольшой площади окружающих их природных экосистем, отмечено лишь в двух регионах (Калининградская обл. и Республика Адыгея).

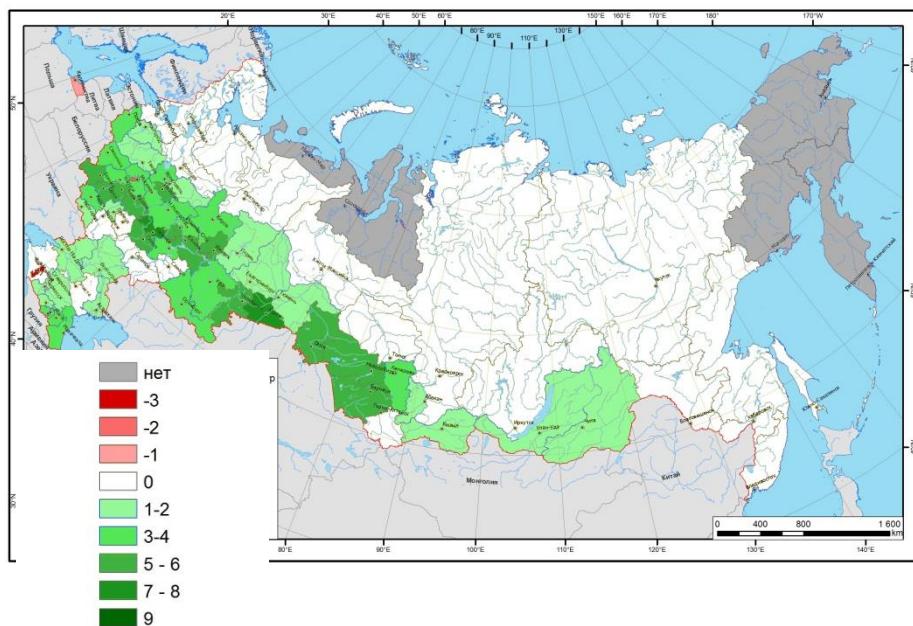


Рис. 3.2.4.1.3 Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги опыления:

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

Для оценки предоставленного объема:

- численность 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 энтомофильных культур, которая может быть опылена насекомыми из природных сообществ.

3.2.4.2. Контроль численности отдельных видов, имеющих важное медицинское значение (компоненты природных очагов заболеваний, переносчики заболеваний).

Данная услуга представлена в Прототипе доклада на уровне постановки задачи.

Польза данной экосистемной услуги заключается в стабилизации природных очагов заболеваний.

Если природные экосистемы уничтожить полностью, то природные очаги заболеваний исчезнут, и проблемы, которую помогает решать данная услуга, не будет. В этом смысле эта экосистемная услуга уникальна, так как полное уничтожение природных экосистем решает частную проблему. Но полное уничтожение экосистем недопустимо, так как при этом уничтожаются 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 и экономики регионов, предотвращенный за счет стабилизации природных очагов.

3.3. Информационные экосистемные услуги

Для данной группы экосистемных услуг сделаны примеры балльной оценки.

3.3.1. Генетические ресурсы природных видов и популяций

Значение генетических ресурсов, как и всего биоразнообразия, для благополучия человека включает два принципиально разных компонента: 1) ключевую важность биоразнообразия для нормального и устойчивого функционирования биосистем, то есть, для выполнения экосистемных функций и услуг; 2) непосредственную пользу, которую человек может получить от использования природных генетических ресурсов и другой информации, заключенной в биоразнообразии. Первая часть, несомненно, более важна, поскольку является основой устойчивости популяций, экосистем и биосфера в целом. Однако рассматривать ее в числе экосистемных услуг нелогично, поскольку биоразнообразие является структурной основой выполнения экосистемных функций и услуг (рис. 1.2.1). Рассмотрение самого биоразнообразия (поддержания или сохранения биоразнообразия) как услуги ведет к двойным смыслам и путанице. В качестве экосистемной услуги целесообразно рассматривать лишь непосредственную пользу, которую человек может получать от природных генетических ресурсов и другой информации о биоразнообразии.

Для оценки **предоставленного объема услуги** по хранению природных генетических ресурсов использована комбинация показателей видового обилия и степени нарушенности природных экосистем. В качестве показателя видового обилия использованы данные о числе видов сосудистых растений из Национального атласа России (Г. 2), что представляется правомерным подходом к оценке общего видового разнообразия в условиях недостатка данных. Растительные сообщества являются основой всего биологического разнообразия и их разнообразие во многом определяет общее видовое разнообразие в экосистемах. Данные о числе видов из атласа были пересчитаны в средние показатели для субъектов Федерации.

Потенциальный объем информационных услуг по хранению генетических ресурсов находится в противоположной взаимозависимости от степени антропогенной трансформации регионов. В максимальной степени человеком нарушены экосистемы как раз тех регионов, в которых видовое разнообразие наиболее велико. Это подчеркивает ключевую важность сохранения оставшихся природных экосистем в освоенных регионах, как хранилищ потенциально полезной для человека информации.

На основании данных о числе видов сосудистых растений и степени трансформированности природных экосистем регионов сделана бальная оценка объема предоставленного объема услуги (рис. 3.3.1.1).

Используемый объем экосистемной услуги по хранению природных генетических ресурсов определяется количеством природных генетических комбинаций, использованных человеком. Использование природных генетических ресурсов для производства фармацевтической, косметической и других видов биотехнологической продукции в последние годы быстро растет. Оборот продукции, полученной с использованием природных генетических ресурсов сопоставим или превышает объемы торговли биоресурсами. Однако сведений о коммерческом использовании генетических ресурсов, полученных в российских экосистемах не имеется, поэтому оценить степень использования данной услуги в настоящее время невозможно (сбор лекарственных растений, грибов и т.п. отнесен к услуге по производству недревесной продукции наземных экосистем). Факторами, влияющими на используемый объем данной услуги можно считать степень изученности экосистем, число экспедиций и научных станций. Доступным в настоящее время показателем интенсивности научных исследований в регионах являются данные об интенсивности научных исследований в регионах, а именно – показатель внутренних текущих затрат на научные исследования и разработки по базе данных «Регионы России»¹² (рис. 3.3.1.2).

¹² http://www.gks.ru/bgd/regl/b13_14p/IssWWW.exe/Stg/d3/21-07-1.htm

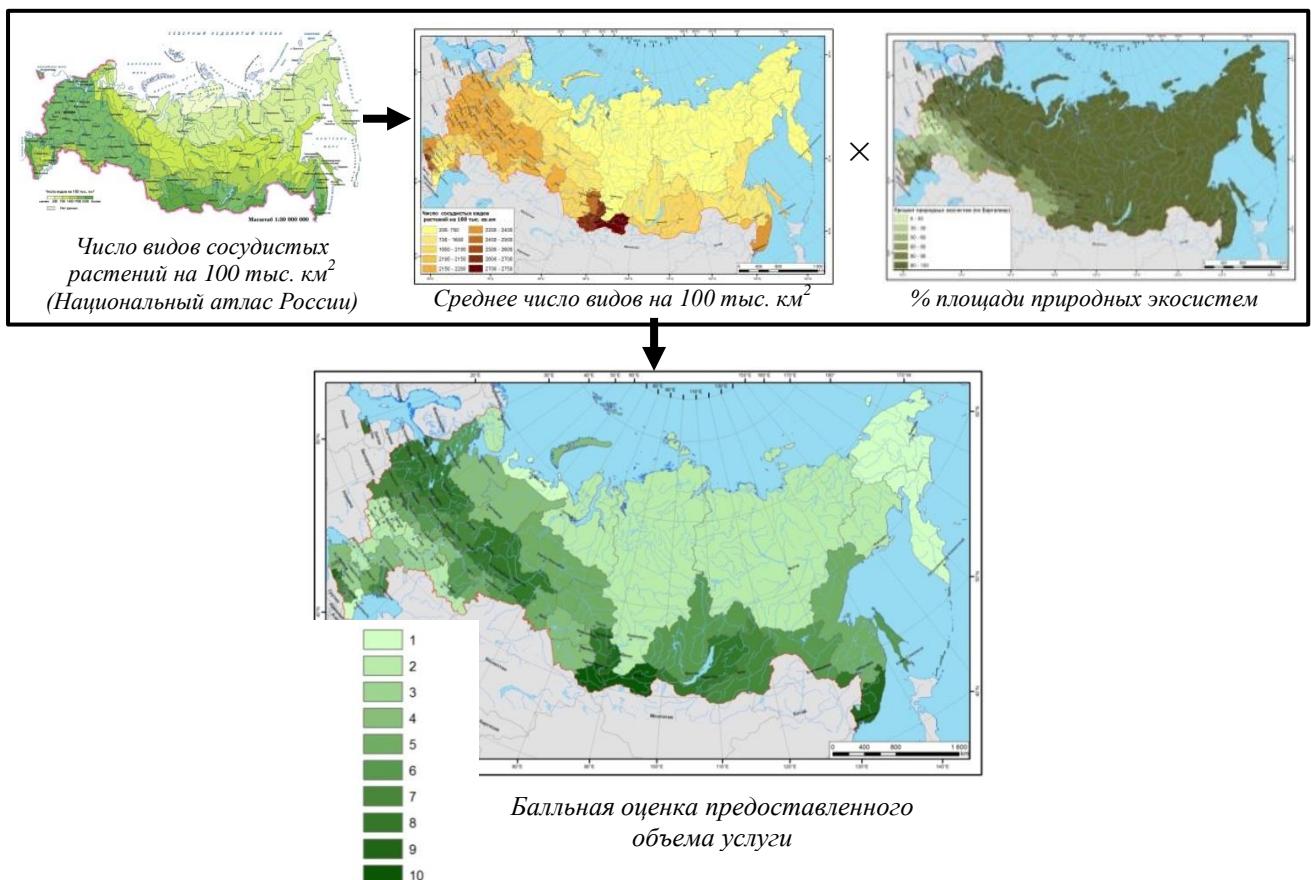


Рис. 3.3.1.1. Балльная оценка предоставленного объема услуги по хранению генетических ресурсов и схема ее получения.

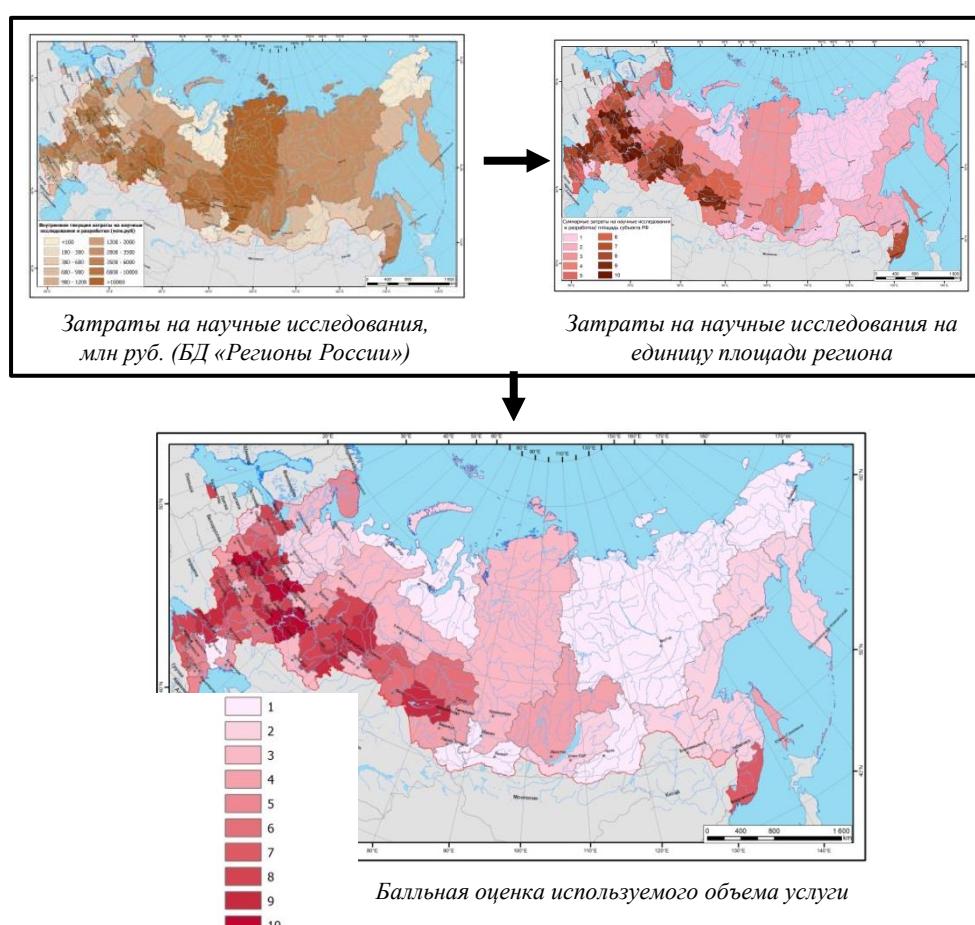


Рисунок. 3.3.1.2. Балльная оценка используемого объема экосистемных услуг по хранению природных генетических ресурсов и схема ее получения.

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Разница балльных оценок предоставленного и использованного объемов 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 красный цвет на рис. 3.3.1.3). Положительные значения (зеленый цвет на рис.) показывают регионы, где объем природных генетических ресурсов относительно высок, а интенсивность научных исследований – относительно низка. К их числу относятся, главным образом, регионы на юге Сибири. Значения «0» и белый цвет показывают регионы, где указанные факторы относительно равны.

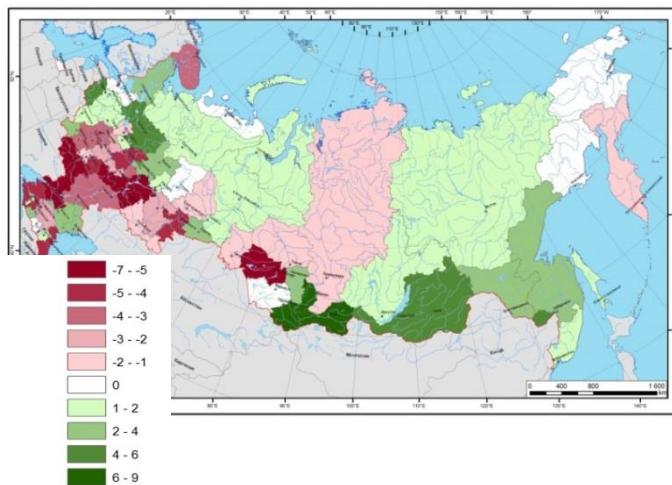


Рисунок 3.3.1.3. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов услуги по хранению природных генетических ресурсов

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг:

Оценка предоставленного объема может быть дополнена показателями видового разнообразия других таксономических групп и показателями уникальности видового разнообразия, например, долей монотипических таксонов в региональных фаунах и флорах (рис. 3.3.1.4 а, б). Наиболее важным требованием по улучшению оценки данной услуги является включение в методику оценки показателей внутривидового разнообразия.

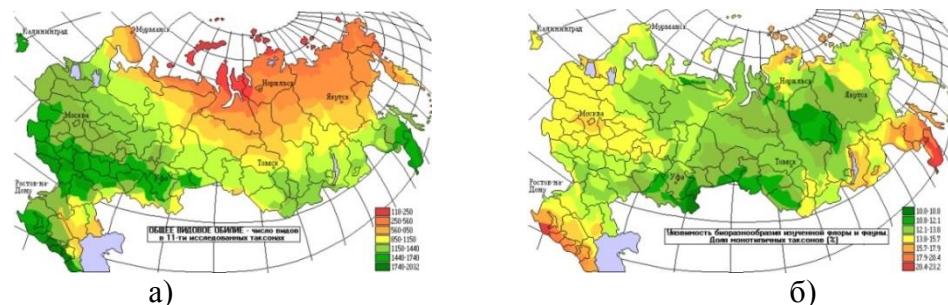


Рис. 3.3.1.4. Показатели для уточнения оценки услуги по хранению природных генетических ресурсов: а) общее видовое обилие в 11 избранных таксонах сосудистых растений, грибов, лишайников, насекомых, рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих¹³; б) доля монотипических таксонов¹⁴.

¹³ Информационные ресурсы Национальной стратегии и план действий по сохранению биоразнообразия России. http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_27.htm

¹⁴ Информационные ресурсы Национальной стратегии и план действий по сохранению биоразнообразия России. http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_44.htm

Оценка используемого объема услуги требует данных об интенсивности обследований природных систем и включении природных генетических ресурсов в хозяйственный оборот.

3.3.2. Информация о структуре и функционировании природных систем, которая может быть использована человеком

Природные системы (популяции, виды, экологические сообщества, экосистемы) содержат 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, информация о роли видового разнообразия может быть использована для формирования устойчивых многовидовых сельскохозяйственных культур и т.п.

Для оценки **предоставленного объема** услуги использованы показатели разнообразия природных экосистем. По карте наземных экосистем (Барталев и др., 2004) было вычислено число типов экосистем в пределах регионов и число типов экосистем на единицу площади региона. На этой основе сделана балльная оценка предоставленного объема услуги (рис. 3.3.2.1)

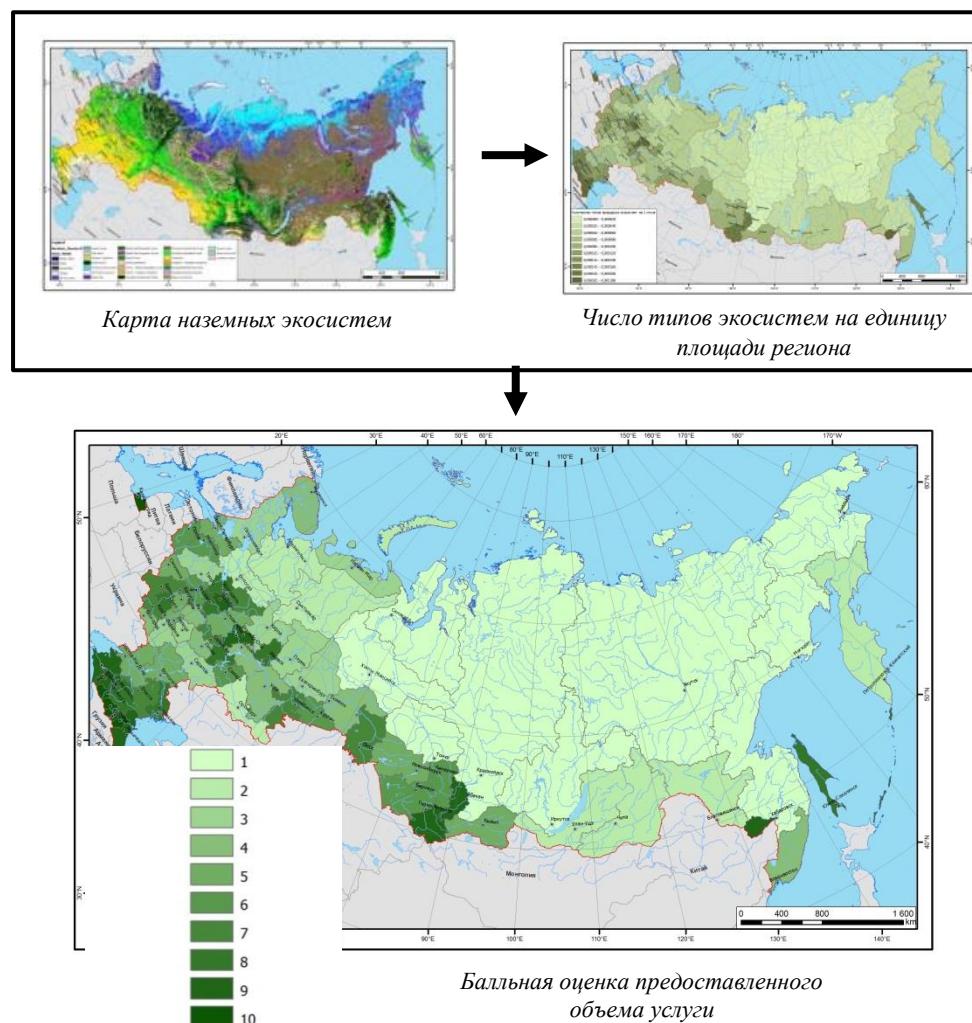


Рисунок 3.3.2.1. Балльная оценка предоставленного объема услуги по хранению информации о структуре и функционировании природных систем и схема ее получения

Используемый объем услуги оценен аналогично экосистемной услуге по хранению генетических ресурсов (рис. 3.3.1.2).

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Разница балльных оценок предоставленного и использованного объемов выявляет регионы, где интенсивность научных исследований относительно высока, в то время как объем информации о природных системах относительно низок (отрицательные значения и красный цвет на рис. 3.3.2.2). Положительные значения (зеленый цвет на рис.) показывают регионы, где объем информации относительно высок, а интенсивность научных исследований – относительно низка. К их числу относятся, главным образом, регионы на юге Сибири. Значения «0» и белый цвет показывают регионы, где указанные факторы относительно равны.

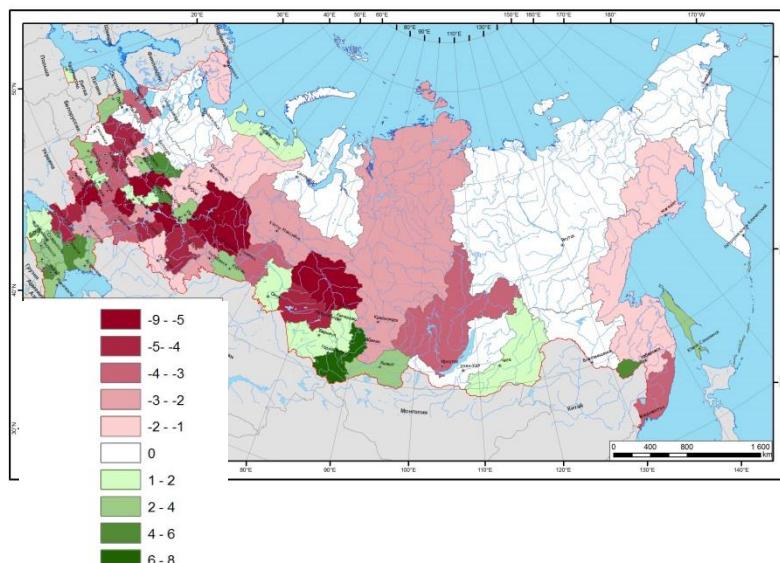


Рисунок 3.3.2.2. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги по хранению информации о структуре и функционировании природных систем

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Оценка предоставленного объема услуги может быть дополнена следующими данными:

- данные Атласа малонарушенных лесных территорий России, 2002 (рис. 3.3.2.3 а) для оценки экосистемной услуги лесов;
- показатели видового обилия;
- показатели разнообразия экосистем, растительности и ландшафтов (рис. 3.3.2.3 б, в).

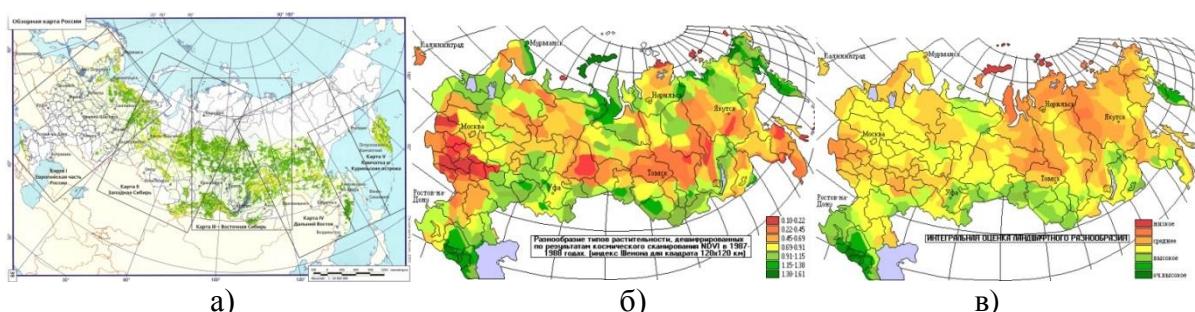


Рис. 3.3.2.3. Показатели для оценки услуги по хранению информации о структуре и функционировании природных систем: а) малонарушенные лесные территории (Атлас малонарушенных лесных территорий России, 2002); в) разнообразие растительности¹⁵; г) разнообразие ландшафтов¹⁶

¹⁵ Информационные ресурсы Национальной стратегии и план действий по сохранению биоразнообразия России. http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_11.htm

¹⁶ Там же http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/1_14.htm

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

3.3.3. Эстетическое и познавательное значение природных систем

Оценка **предоставленного объема** услуги сделана на основе комбинации трех показателей (рис. 3.3.3.1):

- степени антропогенной трансформированности территории (% площади природных экосистем);
- числа видов сосудистых растений на единицу площади региона как показателя общего видового разнообразия в регионе;
- числа типов экосистем на единицу площади региона.

По сути, это является оценкой разнообразия природных экосистем, которое является важным компонентом их эстетического и познавательного значения. Другие компоненты на основании доступных данных в рамках первого этапа проекта оценить не удалось

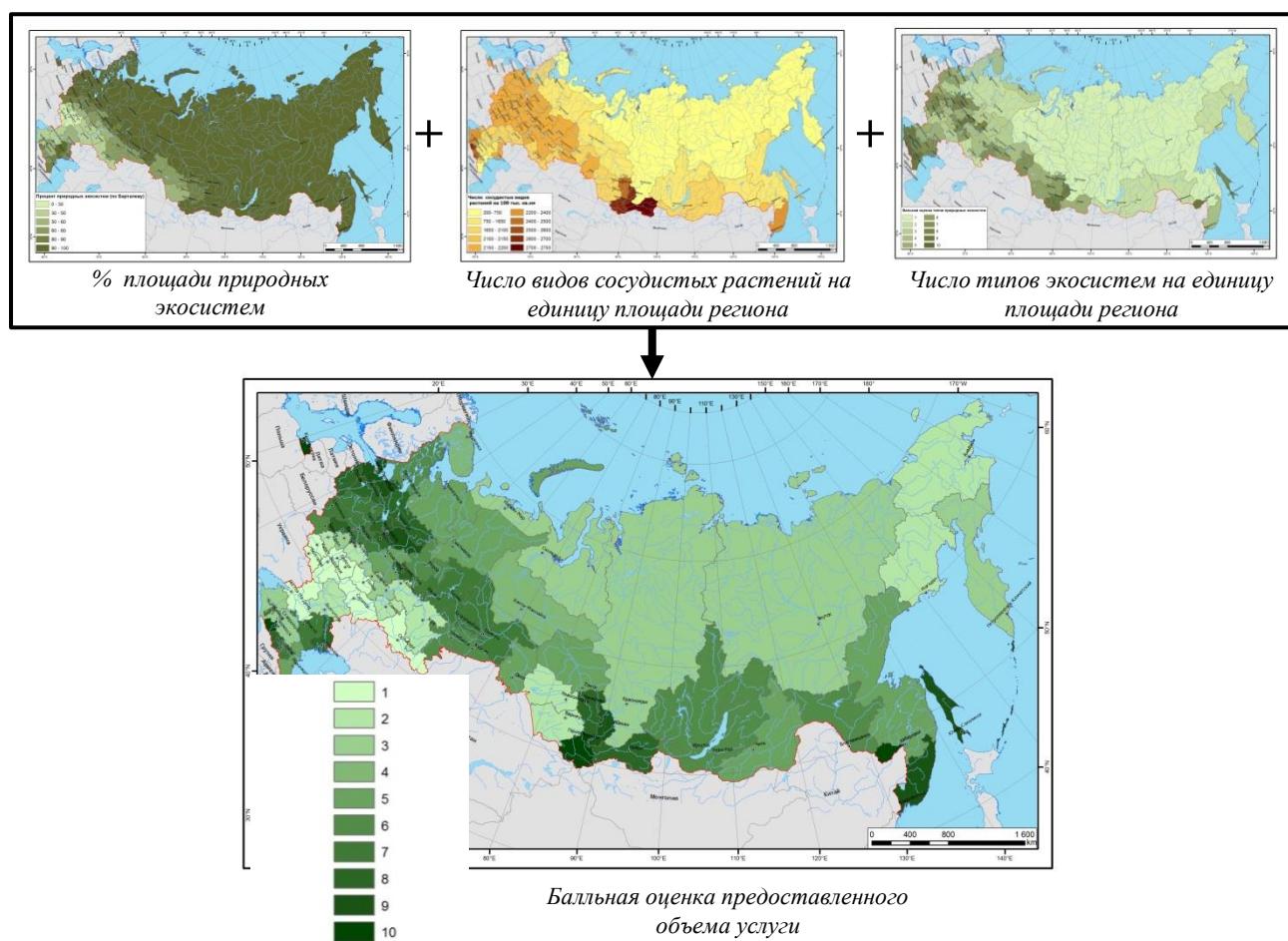


Рисунок 3.3.3.1. Балльная оценка предоставленного объема услуги эстетического и познавательного значения экосистем и схема ее получения

Оценка **используемого объема** услуги получена на основе комбинации показателей плотности населения и транспортной доступности (рис. 3.3.3.2), определяющих посещаемость природных экосистем населением:

- плотность населения по базе данных «Регионы России»;
- плотность автомобильных дорог по базе данных «Регионы России»;
- плотность железных дорог по базе данных «Регионы России».

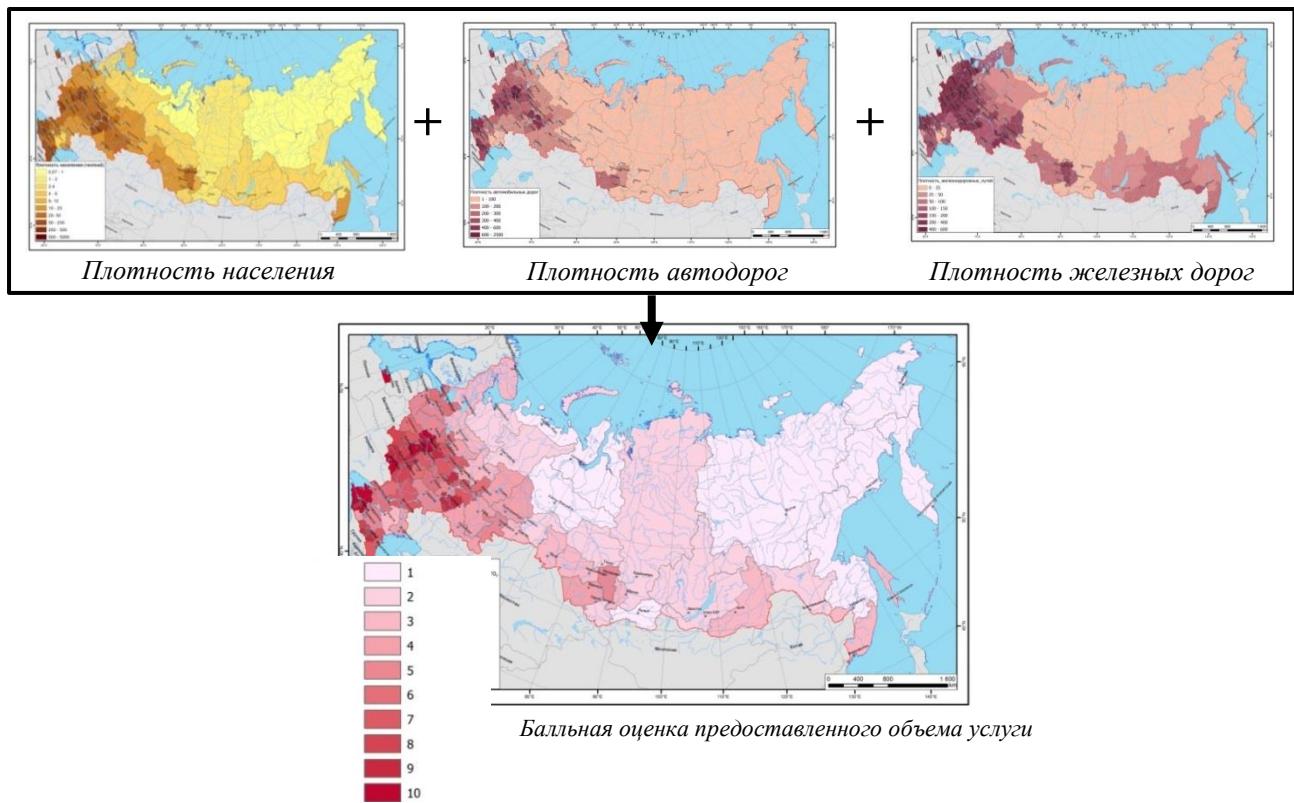


Рисунок 3.3.3.2. Балльная оценка использованного объема услуги, и исходные показатели для ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Отрицательные значения разницы балльных оценок предоставленного и используемого объемов (красный цвет на рис. 3.3.3.3) показывают, что в этих регионах посещаемость экосистем населением относительно высока, в то время как их разнообразие относительно низкое. Положительные значения (зеленый цвет на рис.) показывают регионы, где разнообразие экосистем относительно высокое, а их посещаемость - относительно низка. Значения «0» и белый цвет показывают регионы, где указанные факторы относительно равны.

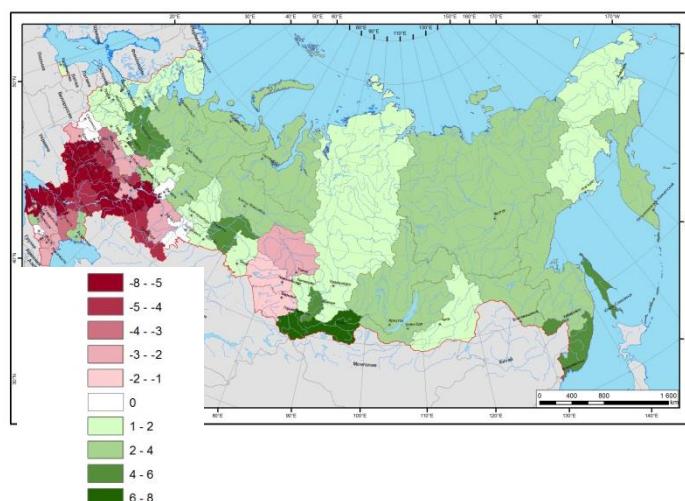


Рисунок 3.3.3.3. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов экосистемной услуги эстетического и познавательного значения природных экосистем

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Для корректной оценки предоставленного объема услуги необходимо учесть разнообразие ландшафтов (Рис. 3.3.2.3 в) и значимость не только природных, но и культурных ландшафтов.

Для оценки *использованного* объема могут быть использованы данные о частоте посещения природных экосистем населением в разных регионах, эстетических предпочтениях людей, посещающих природу, частоте познавательных экскурсий в природу.

3.3.4. Этическое, духовное и религиозное значение природных систем

Подходы к оценке данной экосистемной услуги методологически не проработаны, поэтому она представлена на уровне предварительной постановки задачи ее оценки. **Предоставленный объем** данной экосистемной услуги определяется в основном не свойствами природных систем, а отношением к ним людей, историей и культурой региона. Для оценки этического, духовного и религиозного значения природных систем могут быть полезны сведения о национальных традициях в культурной среде регионов (например, как на рис. 3.3.4). На локальном уровне информативным показателем также может быть наличие памятников природы, имеющих культовое значение (священные деревья, камни, источники и т.п.). На национальном – уникальные природные объекты, имеющие важное значение для национальной культуры (пример - озеро Байкал). На глобальном уровне формальная оценка этой услуги может быть произведена на основании природных объектов всемирного наследия ЮНЕСКО в России: Девственные леса Коми, Озеро Байкал, Вулканы Камчатки, Центральный Сихотэ-Алинь, Золотые Алтайские горы, Убсунурская котловина, Западный Кавказ, Остров Врангеля, Плато Путорана, Ленские столбы¹⁷).

Используемый объем услуги определяется не только частотой посещения природных экосистем людьми, но и частотой использования образов природы в культурной и религиозной среде.

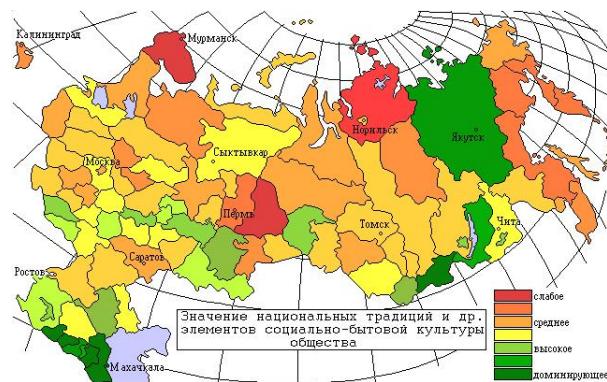


Рис. 3.3.3.4. Показатель для оценки религиозного значения природных экосистем: значение национальных традиций¹⁸

¹⁷ <http://whc.unesco.org/pg.cfm?cid=31>

¹⁸ Информационные ресурсы Национальной стратегии и план действий по сохранению биоразнообразия России http://www.sci.aha.ru/biodiv/npd/3_35.htm

3.4. Рекреационные экосистемные услуги

Данная группа услуг представлена в Прототипе доклада на уровне **балльных оценок**.

Рекреационные услуги отнесены к группе комплексных услуг, так как для разных вариантов отдыха людей важны разные комбинации всех трех основных групп экосистемных услуг: *продукционных, средообразующих, информационных*.

В группе *продукционных* услуг наиболее важны следующие:

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

В целом биопродукционные ресурсы в рекреационном аспекте имеют региональное и местное (локальное) значение. Их качество за последнее десятилетие ухудшилось в отношении древесины, лечебных и декоративных растений, несколько улучшилось в отношении грибов, ягод, охоты и рыбалки. Районы наиболее богатые лекарственными растениями это Западный Кавказ и Алтай. Любительская охота распространена преимущественно в лесных и горных районах. Рыбная ловля на реках и озерах – повсеместно, особой популярностью выделяются низовья Волги.

Вторая важнейшая группа экосистемных услуг, обеспечивающих рекреационное природопользование – *средообразующие* услуги по формированию здоровой окружающей среды для отдыха населения. Сюда можно отнести следующие группы экосистемных услуг.

- Средообразующие услуги, формирующие ценность курортов: лечебные воды, ванны, грязи, климатолечение и т.п. Они сосредоточены как в крупных центрах, имеющих национальную значимость (Кавказские минеральные воды, Анапа и др.), и в средних центрах регионального значения (например, Белокуриха и др.).

- Экосистемные услуги по очистке окружающей среды: декомпозиция отходов, очистка воздуха, почвы, природных вод. Эти услуги отчасти можно оценить путем соотнесения с затратами на техногенную очистку и утилизацию отходов. Мелкомасштабные исследования и оценки потенциала самоочистки экосистем выполнены для территории СССР геохимиками-ландшафтологами.

- Экосистемные услуги, создающие условия для спорта (спортивно-оздоровительные): 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. При этом сугубо спортивные цели часто уступают место интересам «активного отдыха», что делает эту форму использования экосистемных услуг экологически более щадящей.

В группе *информационных* услуг для рекреации важны следующие.

- Эколого-туристские познавательно-информационные – прежде всего, в районах с мало нарушенной природой и наличием ООПТ. Ресурсы этой категории в принципе распространены почти повсеместно, но их качество и потенциал распределены неравномерно. Оценка потенциальных эколого-туристских услуг выполнена в масштабах страны, составлены мелкомасштабные карты районирования, ведутся более детальные исследования в некоторых субъектах РФ и на территориях ряда ООПТ.

- Туристские эколого-культурные (образы и смыслы культурного ландшафта, традиционное экологически рациональное природопользование и др.).

Экосистемная идеология и ценность экосистемных услуг могут быть эффективно иллюстрированы в культурном ландшафте, причем услуг и материальных, и нематериальных. На адекватных примерах возможно построение обучающих программ, нацеленных на формирование осмыслинного потребления природных благ. Это важный социологический аспект выявления экосистемных услуг и их оценки.

3.4.1. Формирование природных условий для ежедневного отдыха рядом с домом, для воскресного отдыха и дачной рекреации

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 степенью комфортности природных условий и степень антропогенной нарушенности природной среды. Оба эти фактора были оценены на основе карты санитарно-экологической оценки территорий (Национальный атлас России, Том 2). Карта учитывает 5 градаций степени комфортности природных условий (от экстремальных условий на крайнем Севере – до комфортных условий средней полосы Европейской части России) и 3 градации техногенного пресса (умеренный, то есть, ниже среднего по России, средний, то есть, близкий к среднероссийскому, высокий, то есть, выше среднего по России) (рис. 3.4.1.1). При оцифровке карты каждый полигон получил баллы от 1 до 3 техногенного пресса и от 1 до 5 комфорта природных условий. Для каждого субъекта была посчитана средняя величина сумм баллов в полигонах, на основании чего была сделана балльная оценка предоставленного объема услуги (рис. 3.4.1.1).

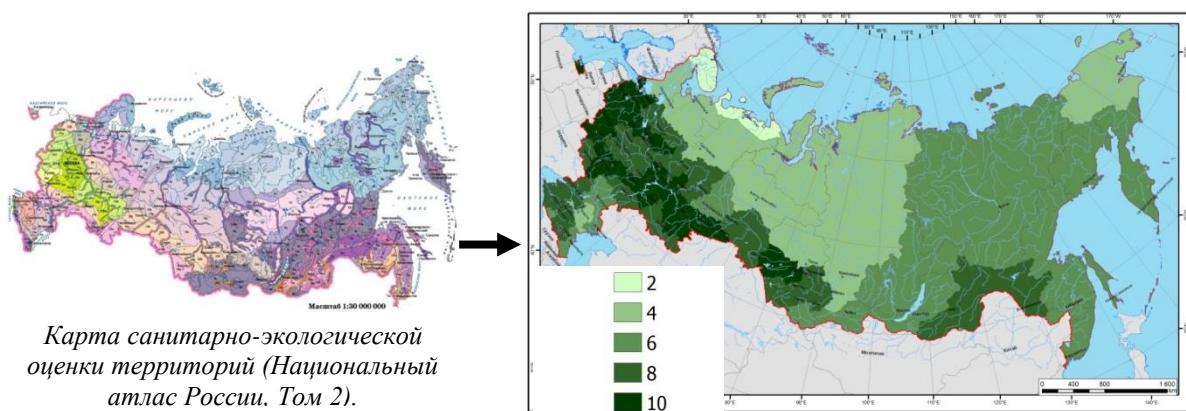


Рис. 3.4.1.1. Балльная оценка предоставленного объема услуг по формированию природных условий для ежедневного отдыха и схема ее получения

Используемый объем услуги определяется в первую очередь плотностью населения. Он оценен так же, как для эстетического, познавательного и духовного значения природных экосистем, то есть, на основе комбинации показателей плотности населения и транспортной доступности территории (рис. 3.4.1.2):

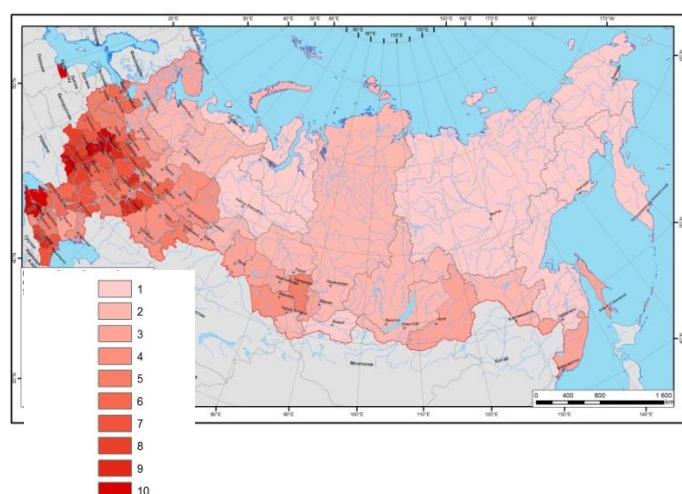


Рисунок 3.4.1.2. Балльная оценка использованного объема услуги по формированию природных условий для ежедневного отдыха

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый (необходимый) объемы услуги, показывает, что в Азиатской части везде преобладают природные факторы, что и понятно при достаточно низкой плотности населения. В Европейской части и на Урале картина складывается довольно пестрая: регионы, где преобладают природные факторы обеспечения услуги, перемежаются с регионами, где преобладают социально-экономические факторы ее использования, и на севере, и в центре и на юге. Наибольшее преобладание факторов использования услуги отмечается для Московской области.



Рисунок 3.4.1.3. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов услуги по формированию природных условий для ежедневного отдыха

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

В ближайшее время необходимые данные для оценки услуг данной категории могут быть получены только в результате специальных исследований. 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/коттеджных поселков. В целом по экспертным оценкам, на садовые участки и дачи по всей стране ежегодно выезжают около 15 миллионов человек. Наибольшее количество – из Москвы и Санкт-Петербурга.

3.4.2. Формирование природных условий для туризма на природе

Примером оценки экосистемных услуг по формированию природных условий для туризма на природе может служить исследование «Туристское природопользование, экологический императив и перспективы России» (Басанец Л.П., Дроздов А.В. 2006). Далее в разделе представлены материалы из этого исследования.

Оценка рассматриваемых экосистемных функций сделана на примере экологического туризма. Экологический туризм (другие определения: природный, зеленый сельский) относится к типу (группе видов) природно-ориентированного туризма. Экотуризм должен соответствовать следующим пяти базовым принципам:

- должен быть обращенным к природе и основанным на использовании преимущественно природных ресурсов;
- должен не наносить ущерба природной среде, или допускать лишь минимальный ущерб, не подрывающий устойчивость среды;
- должен быть нацелен на экологическое просвещение, на формирование отношений партнерства с природой;
- должен заботиться о сохранении местной культурной среды;
- должен быть экономически эффективным и обеспечивать устойчивое развитие тех районов, где он осуществляется.

Все многообразие видов экотуризма целесообразно разделить на два основных класса:

- экотуризм в условиях «дикой», ненарушенной или мало измененной природы («австралийская» модель экотуризма);
- экотуризм на пространстве окультуренного или культурного ландшафта, чаще всего сельского («западноевропейская» модель).

Для каждого из субъектов Федерации по одиннадцати количественным показателям, относящимся к трем основным блокам (природному, социальному-экономическому и инфраструктурному), были сделаны балльные оценки потенциала развития экологического туризма.

Предоставленный экосистемами объем услуг определяется природными условиями региона и соответствует природному потенциалу из данного исследования. Природный блок включает показатели комфорта природных условий, экологической ситуации и косвенный показатель пейзажного разнообразия, основанный на оценке лесистости, плотности речной сети, расчлененности рельефа и количества вертикальных ландшафтных поясов в горных регионах. Интегральная оценка природного блока в баллах показана на рис. 3.4.2.1.

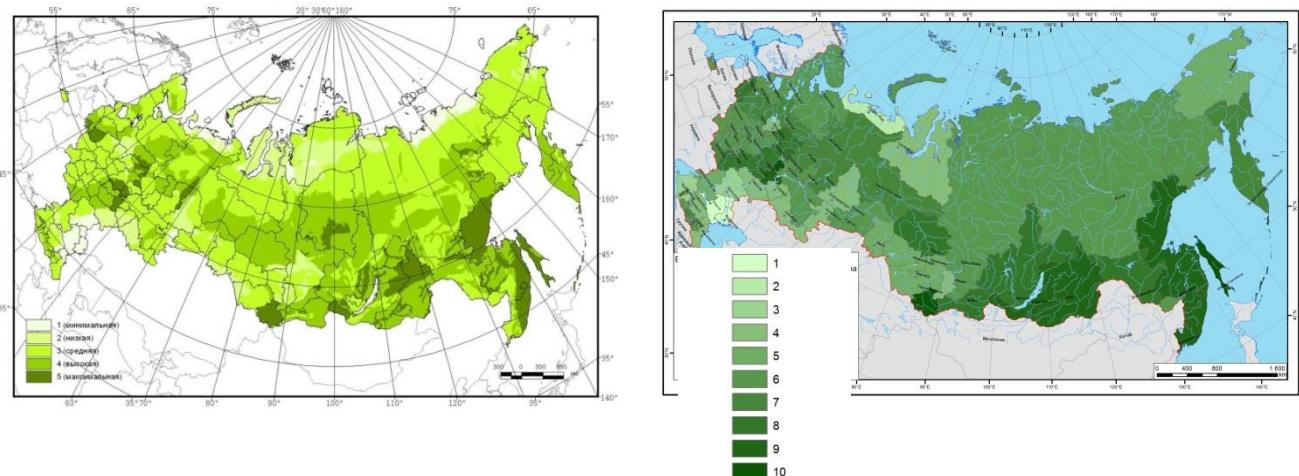


Рис. 3.4.2.1. Оценка природного потенциала развития экотуризма (Басанец, Дроздов, 2006) и балльная оценка предоставленного объема услуги в регионах, сделанная на ее основе

Природа и традиционная культура России предоставляют большие потенциальные возможности для развития экотуризма. Разнообразие, уникальность, привлекательность и обширность российских ландшафтов, еще не охваченных процессами урбанизации, интенсивным сельским хозяйством и т.п. весьма велики. Сохранились в России и районы с традиционными, аборигенными формами хозяйства, представляющие большую экологокультурную ценность. Таких районов еще немало на Севере, в Сибири, в горах. Следует, однако, иметь в виду, что несмотря на обширность неосвоенных или слабо освоенных пространств, состояние окружающей среды на территории России во многих регионах 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 компаниями-монополистами, добывающими сырье, как правило, в удаленных районах, а также правовым нигилизмом. Наконец, существенным ограничением для развития экотуризма является высокая чувствительность многих экосистем России к антропогенным воздействиям, их хрупкость, причем как раз в районах, привлекательных «дикой» природой или аборигенными формами хозяйства.

По совокупности показателей природного блока экологического-туристского потенциала наиболее высокую оценку получили территории, где сочетаются высокое пейзажное разнообразие и благоприятная экологическая ситуация, - территория республики Алтай, районы республики Бурятия, Читинской области, Хабаровского и Приморского краев, Эвенкийского АО. Минимальную оценку получили республика Калмыкия, Астраханская

область, 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 жизнедеятельности.

Используемый объем услуги определяется количеством эко-туристов, посещающих регион, который, в свою очередь зависит от социально-экономических характеристик региона и степени развития эколого-туристской инфраструктуры.

Социально-экономический блок включает интегральный показатель инвестиционной привлекательности регионов и показатель качества здоровья населения. Третий показатель - объем потенциального туристского спроса призван отразить расположение регионов относительно основных городов, которые являются главными поставщиками экотуристов. Это интегральная характеристика, включающая численность городского населения регионов и расчетный коэффициент спроса, представляющий соотношение численности крупнейших городов страны к расстоянию от этих городов до административных центров регионов. Балльная оценка социально-экономического потенциала показана на рис. 3.4.2.2 а.

Блок эколого-туристской инфраструктуры составляют показатели, призванные оценить состояние инфраструктуры экотуризма в регионах. Уровень ее развития характеризует возможности территории по размещению и обслуживанию туристов. Помимо таких традиционных характеристик инфраструктуры туризма, как плотность средств размещения (специфичных для экологического туризма) и плотность автомобильных и железных дорог, блок формируют следующие показатели: обеспеченность туристскими кадрами, плотность музеев (краеведческих, естественно-исторических, музеев-заповедников) и параметры эколого-туристской инфраструктуры национальных парков и государственных природных заповедников. Балльная оценка степени развития инфраструктуры показана на рис. 3.4.2.2 б.

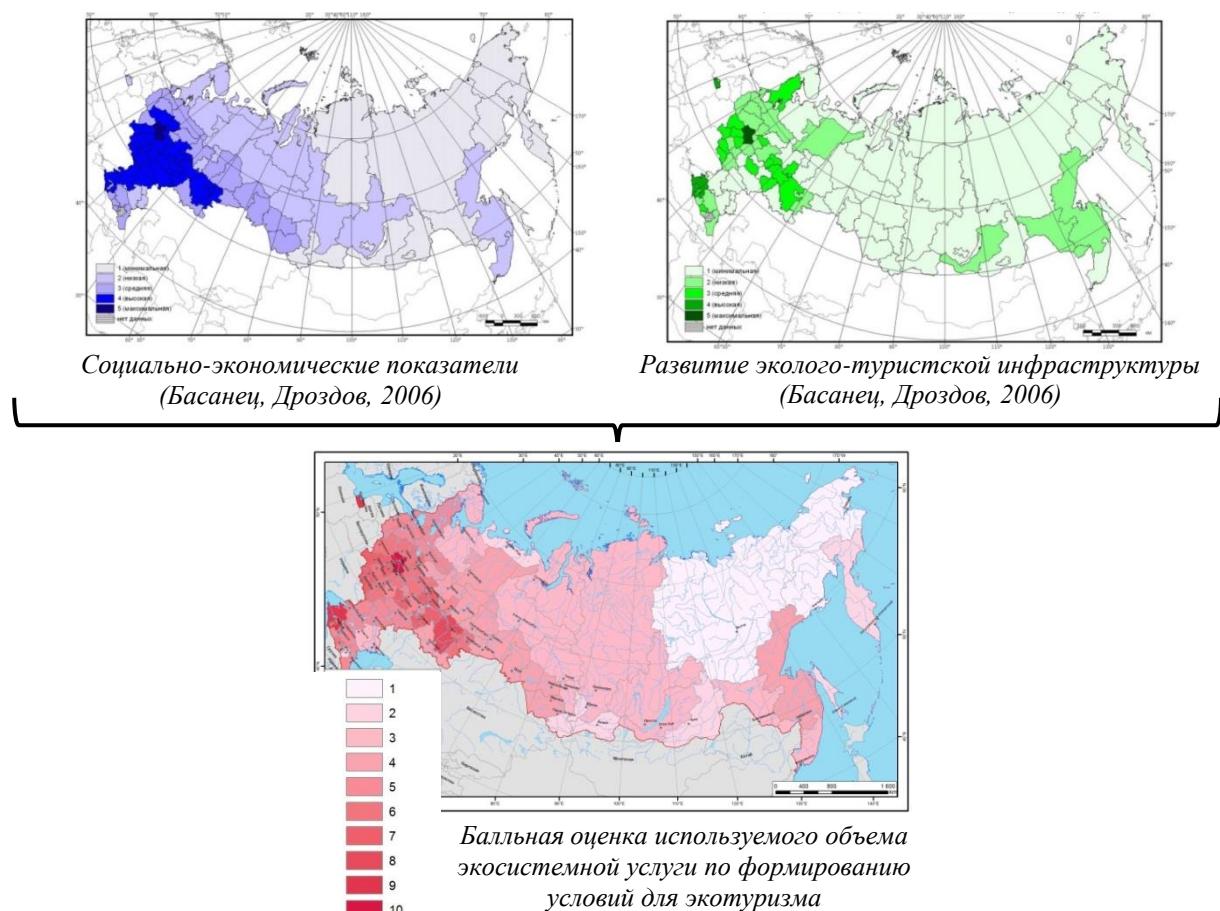


Рис. 3.4.2.2. Балльная оценка используемого объема услуги по формированию условий для экотуризма и схема ее получения

Сопоставление природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги

По совокупности показателей социально-экономического блока лидирует Московская область. Высокий уровень инвестиционной привлекательности связан с большим инновационным, производственным, финансовым потенциалом Московского региона. По уровню здоровья населения эта область не входит в десятку лучших, но все же имеет показатель здоровья выше среднего по стране. Положение по отношению к основным источникам спроса является исключительно удобным – помимо расположенной в центре области многомиллионной Москвы, для жителей которой Московская область является наиболее удобной зоной проведения выходных, на расстоянии менее 1000 километров от Москвы расположены еще 16 крупнейших городов России.

Показатель потенциального туристского спроса всего населения страны по отношению к регионам позволяет выделить еще ряд территорий, расположенных наиболее удачно. Это Тверская, Рязанская, Тульская, Калужская, Владимирская области. Самыми далекими от Москвы регионами с высоким потенциальным туристским спросом являются Свердловская и Челябинская области. Положение сибирских и дальневосточных регионов ухудшается относительно источников спроса с продвижением на север и восток, по мере удаления от наиболее плотно заселенных европейских территорий.

Группа с минимальными оценками социально-экономического блока – это сибирские и дальневосточные регионы. Здесь сильное влияние на качество здоровья оказывает природные условия. Суровость климата во многом объясняет низкую численность населения этих регионов, и, как следствие, – низкий туристский спрос. Несколько регионов этой группы имеют оценку инвестиционной привлекательности близкую к средней (Республика Саха – 16-е место, Амурская область – 47-е место), но большинство регионов характеризуются низкой инвестиционной привлекательностью.

По показателям блока инфраструктуры экотуризма безусловным лидером выступает Московская область. Она лидирует по показателям транспортной обеспеченности, обеспеченности туристскими кадрами и плотности музеев на территорию, занимает второе место по плотности средств размещения. Правда, по показателю экологотуристской инфраструктуры охраняемых территорий Московская область входит лишь в четвертую десятку.

Минимальная величина суммарного показателя туристской инфраструктуры у республики Калмыкии, Корякского А.О. и ряда других регионов, которые характеризуются низкими значениями всех показателей экотуристской инфраструктуры.

Если сопоставить способствующие развитию экотуризма и затрудняющее его развитие особенности природы всей территории России, уровня развития туристского бизнеса и общих социально экономических условий, то окажется, что трудно преодолимые противоречия содержатся только во второй и пятой из шести таких сопоставляемых пар (Табл. 3.4.2.1). Затруднения, содержащиеся в других четырех парах, имеют в основном организационный характер, и могут быть постепенно устранены. Но для этого понадобятся сосредоточенные усилия. Они должны быть направлены, во-первых, на развитие экологотуристской инфраструктуры, поскольку общие социально экономические и природные условия труднее поддаются управлению. Второй приоритет – это достижение высокого профессионального уровня в подготовке и проведении экотуров.

Для ускоренного инфраструктурного развития необходимо тесное сотрудничество с региональными властями, местными жителями и бизнес-структурами. Сеть федеральных охраняемых территорий сама с этой задачей не справится. В повышении профессионального уровня организаторов экотуризма и качества экологотуристских программ необходима поддержка государства – более всего нужны нормативы и юридическая защита, специальная информационная политика, подготовка кадров.

При всем этом следует непременно иметь в виду, что обеспечение устойчивого туристского развития регионов в целом, и экологотуристского в частности, требует тщательного комплексного планирования и достаточного времени.

Таблица 3.4.2.1. Благоприятные и неблагоприятные факторы развития экотуризма

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 эколого-туристских программ
Естественность природных ландшафтов на обширных пространствах страны, их экологическая благоприятность	Уязвимость, повышенная чувствительность многих экосистем, наличие экологически неблагоприятных районов
Обширная и разветвленная сеть охраняемых территорий, многочисленные кадры натуралистов-экологов	Недостаточное количество специализированных туроператоров, дефицит хорошо подготовленных гидов
Множество регионов с сохранившимися традиционными сообществами и культурными ландшафтами	Не всегда дружественное отношение к туристам, особенно со стороны местных властей и жителей
Высокий в среднем уровень образования горожан и их традиционный интерес к путешествиям в природу	Низкий в среднем уровень благосостояния граждан и их недостаточная готовность к настоящим экологическим путешествиям
Сравнительно низкие затраты на организацию экологических туров	Заблуждения насчет возможности быстро получить высокие доходы от экотуризма

Рассмотренные выше особенности соотношения природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуги, отражены на карте разницы соответствующих балльных оценок (рис. 3.4.2.3). На большей части территории страны (север и Азиатская часть) относительно преобладают природные факторы, формирующие условия для экотуризма, и данная услуга явно недоиспользована (зеленый цвет на рис 3.4.2.3). Относительное преобладание социально-экономических факторов, определяющих использование услуги, наблюдается в регионах центральной и южной половины Европейской части страны.

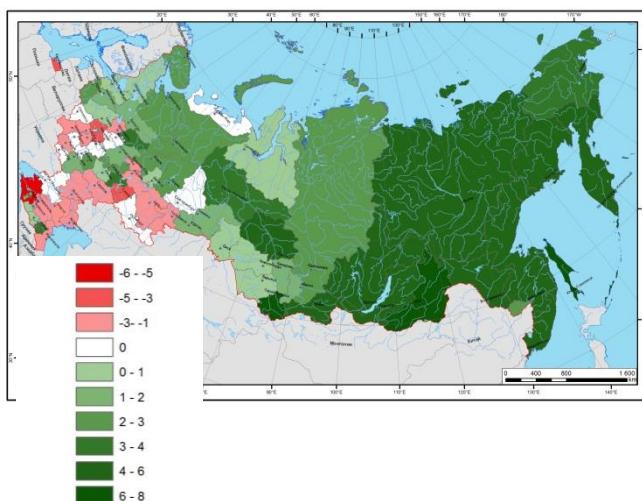


Рис. 3.4.2.3. Разница балльных оценок предоставленного и используемого объемов услуги по формированию природных условий для экотуризма

3.4.3. Формирование природных условий для оздоровительного отдыха на курортах.

Данная экосистемная услуга представлена лишь на уровне постановки задачи ее оценки. **Предоставленный объем** экосистемных услуг по формированию природных условий для оздоровительного отдыха на курортах зависит от множества факторов:

- комфортности климата,
- отсутствия загрязнений,
- наличия природных оздоровительных факторов (минеральные воды, грязи и т.п.),
- наличия водоемов для купания,

- наличия горных склонов для катания на лыжах и т.п.

Используемый объем услуг может быть оценен по числу отдыхающих/пациентов в специализированных учреждениях коллективного размещения в регионах по данным Национального атласа России (рис. 3.4.3 а, б) и по спискам курортов (Энциклопедический словарь «Курорты», Советская энциклопедия. 1983. 592 с.)

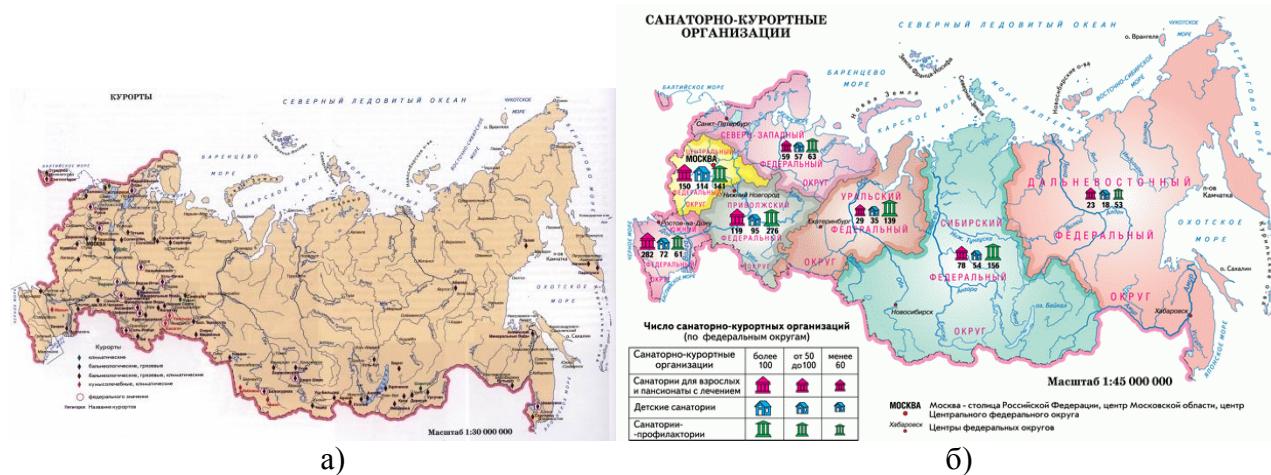


Рис. 3.4.3. Курорты (а) и санаторно-курортные организации (б) (Национальный атлас России).

Курортные центры национального и регионального значения систематизированы и описаны (с различной детальностью, хотя существует форма стандартного паспорта курорта). Имеется также множество локальных, часто стихийных лечебных мест (по преимуществу источников и ванн). Их состояние практически не контролируется. В феврале 1995 г. принят федеральный закон N 26-ФЗ "О природных лечебных ресурсах, лечебно-оздоровительных местностях и курортах". Сведения о числе пациентов, получающих лечение на крупных курортах, более или менее упорядочены и доступны. Объемы продаж бутилированных минеральных вод надежно оценить сложно.

Необходимые данные для системы оценки и мониторинга экосистемных услуг

Минимальные сведения для оценки и мониторинга услуг этой категории должны включать, наряду с числом отдыхающих/пациентов, количество и стоимость проданных путевок. Эти сведения содержатся в материалах, издаваемых некоторыми региональными статистическими службами.

Хотя исследования природных рекреационных ресурсов (иногда также и услуг) в разных масштабах выполняются у нас в последнее время уже довольно часто (Басанец, 2006; Волкова и др., 2015; Дорофеев, 2003; Тульская, Шабалина, электронный ресурс), в мире подобные исследования развиты существенно шире и полнее (Clough, электронный ресурс, Maes et al., электронный ресурс, Nahuelhual et al., 2013; Walker, Glover, электронный ресурс), поэтому для продвижения проекта на мировой уровень предстоит преодолеть немало трудностей методического характера и информационного обеспечения исследований.

3.5. Сопоставление регионов: соотношение природных и социально-экономических факторов, определяющих предоставленный и используемый объемы услуг

В данном 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. В следующих трех таблицах показаны балльные оценки предоставленного (табл. 3.5.1) и используемого (табл. 3.5.2) объемов услуг в регионах, а также таблица разницы этих оценок (табл. 3.5.3). Регионы сгруппированы по федеральным округам, экосистемные услуги по 4-м категориям (продукционные, средообразующие, информационные, рекреационные).

Продукционные услуги

Как видно из табл. 3.5.1, природные факторы, определяющие предоставленный объем продукционных услуг относительно преобладают в отдельных регионах всех федеральных округов, но довольно спорадично: производство древесины – в Северо-Западном, Центральном и Приволжском (лесные регионы Европейской части страны); производство недревесной продукции – в Северо-Западном, Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном; продукция природных пастбищ – в Приволжском, Северо-Кавказском и Уральском (степные, лесостепные и предгорные регионы Европейской части страны); производство охотпродукции – в Северо-Западном, Центральном, Уральском.

Что касается факторов, определяющих использование продуционных услуг (табл. 3.5.2), то факторы использования древесины и недревесной продукции относительно интенсивны в Северо-Западном, Центральном, Приволжском и Уральском округах (лесные регионы), факторы использования природных пастбищ – в Южном и Северо-Кавказском округах (степные и предгорные регионы), факторы использования охотпродукции – в округах Европейской части и Урала.

Такое соотношение факторов определяет относительное преобладание факторов использования услуг в округах Европейской части (розовый цвет в табл. 3.5.3) и относительное преобладание природных факторов, обеспечения услуг – в округах Азиатской части страны и на Урале (зеленый цвет)

Средообразующие услуги

Климаторегулирующие услуги (услуги по регуляции цикла углерода) обеспечиваются в отдельных регионах Северо-Западного и Центрального округов, но наиболее мощные природные факторы их обеспечения действуют в регионах Западной Сибири, которые относятся к Уральскому и Сибирскому округам (табл. 3.5.1). Использование данных услуг, которое рассматривается как учет «углеродных» услуг в управляемых лесах, представлено во всех округах, кроме Южного и Северо-Кавказского, где управляемых лесов мало (табл. 3.5.2). В результате формируется дисбаланс факторов предоставления и использования «углеродных услуг» (табл. 3.5.3). В лесных регионах Северо-Западного, Центрального, Приволжского и Сибирского округов существенно преобладают факторы использования данных услуг (красный цвет), поскольку учет углерода в управляемых лесах там наложен, в то время как основные природные факторы обеспечения услуг представлены в нелесных округах, где имеются торфяные и черноземные почвы (зеленый цвет).

Природные факторы, обеспечивающие услуги по регулированию гидросферы, сконцентрированы, прежде всего, в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном округах, а также в горных регионах Северо-Кавказского округа (табл. 3.5.1). Факторы, определяющие использование водных ресурсов, сосредоточены, главным образом, в регионах Центрального, Южного и Северо-Кавказского округов (табл. 3.5.2). В результате природные факторы, обеспечивающие водорегулирующие услуги, преобладают в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном округах (зеленый цвет в табл. 3.5.3), в то время как факторы их использования преобладают в Южном и Северо-Кавказском округах (красный цвет в табл. 3.5.3)

Почвозащитные экосистемные услуги обеспечиваются в различной степени в регионах всех округов (табл. 3.5.1), 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. 3.5.2). Оценка баланса факторов показывает, что факторы использования максимально преобладают в Южном ФО, частично – в сельскохозяйственных округах Сибирского ФО, а в отношении услуги по самоочищению почв – также в регионах Центрального, Приволжского и Уральского округов.

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 регионы Северо-Кавказского и Сибирского округов (табл. 3.5.1). Факторы использования информационных услуг наиболее интенсивны в освоенных человеком регионах с высокой плотностью населения и развитой дорожной сетью (Центральный, Приволжский, Южный округа) (табл. 3.5.2). В результате, факторы использования информационных услуг преобладают в Центральном, Приволжском и Южном округах (красный цвет в табл. 3.5.3), в то время как природные факторы, обеспечивающие эти услуги, преобладают в Северо-Западном, Северо-Кавказском и Сибирском округах (зеленый цвет в табл. 3.5.3)

Рекреационные услуги

Распределение природных и социально-экономических факторов обеспечения и использования рекреационных услуг показывает их довольно хорошую сбалансированность. Природные факторы преобладают в регионах с хорошим климатом, которые наиболее сильно освоены человеком, и именно там наиболее сильны факторы использования данных услуг. Поэтому в большинстве регионов имеется баланс природных и социально-экономических факторов (белый и светлые цвета в табл. 3.5.3), и лишь в Сибирском и Дальневосточном округах наблюдается небольшое преобладание природных факторов, обеспечивающих рекреационные услуги.

В целом таблица 3.5.3 показывает вполне ожидаемую картину: природные факторы, обеспечивающие экосистемные услуги, относительно преобладают в Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном округах, социально-экономические факторы использования услуг преобладают в Центральном, Приволжском, Южном и Северо-Кавказском округах.

Регионы	ПРОДУКЦИОННЫЕ				СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ				ИНФОРМАЦИОННЫЕ				РЕКРЕАЦИОННЫЕ							
	Продукция древесинныи	Недревесная продукция	Природные гастробица	Охотничья продукция	Хранение запасов урожада	Регуляция потоков CO2	Очистка воздуха растительностью	Обеспечение объема стока	Регулирование вариабельности стока	Очищение стока наземными экосистемами	Очищение воды в водоемах	Защита от эрозии СЖ заменить	Самоочищение почв	Опыление	Хранение генетических ресурсов	Информация о структуре и функционировании	Эстетическое и познавательное значение	Ежедневный и воскресный отдых	Туризм на природе	
Северо-Западный ФО																				
Архангельская область	3	10	2	1	3	3	2	6	3	6	8	2	7	2	4	2	5	4	6	
Вологодская область	9	9	2	3	3	4	2	7	2	9	8	2	8	2	8	2	8	8	7	
Ленинградская область	6	7	2	3	3	3	10	7	2	8	9	2	8	2	8	5	9	10	6	
Калининградская область	2	3	1	0	2	2	8	6	5	5	8	3	5	3	8	10	10	10	6	
Мурманская область	1	10	3	1	7	9	2	8	2	10	10	2	10	2	2	4	5	2	6	
Ненецкий автономный округ	1	1	5	1	6	9	1	8	2	8	7	1	3	1	1	3	4	2	2	
Новгородская область	8	5	1	6	2	2	4	7	2	8	8	3	8	3	8	6	8	10	7	
Псковская область	4	7	1	7	3	3	3	6	3	6	8	5	7	5	8	6	8	10	8	
Республика Карелия	4	10	2	3	3	3	2	7	2	9	9	2	10	2	2	6	3	6	4	6
Республика Коми	5	10	2	1	4	5	3	9	2	10	8	2	6	2	4	2	5	4	7	
Центральный ФО																				
Белгородская область	1	2	1	6	9	10	4	2	1	1	3	10	3	10	1	4	1	8	7	
Брянская область	4	6	5	5	2	1	7	3	10	2	4	8	6	8	7	7	6	10	6	
Владимирская область	4	6	1	6	2	5	9	4	6	4	4	6	4	6	7	8	7	8	6	
Воронежская область	1	2	1	2	7	10	4	2	8	1	2	10	1	10	2	3	1	10	8	
Ивановская область	4	6	1	4	2	1	7	5	3	4	5	7	8	7	7	9	8	8	6	
Калужская область	4	3	3	8	2	2	8	4	6	4	5	6	8	6	7	7	8	10	6	
Костромская область	10	8	1	3	2	1	3	6	2	8	6	3	8	3	8	7	9	10	8	
Курская область	1	2	1	3	7	9	6	2	1	1	3	10	3	10	2	7	2	10	6	
Липецкая область	1	2	1	3	5	7	5	3	6	1	4	10	5	10	2	5	1	10	6	
Московская область	2	6	1	7	4	4	7	4	5	4	5	6	7	6	7	6	7	8	6	
Орловская область	1	2	1	2	4	5	4	3	8	1	4	10	3	10	2	8	3	10	6	
Рязанская область	2	3	1	3	6	8	4	3	7	2	4	9	3	9	5	4	3	8	6	
Смоленская область	6	6	2	9	2	1	3	5	4	5	4	6	8	6	7	5	7	10	6	
Тамбовская область	1	3	1	2	7	9	3	3	7	1	2	10	3	10	2	3	1	10	8	
Тверская область	6	6	1	6	2	2	4	7	2	7	7	4	8	4	8	3	7	10	7	
Тульская область	1	3	2	7	4	5	8	3	8	1	4	10	3	10	5	5	4	8	6	
Ярославская область	7	6	1	9	1	1	7	6	2	6	7	5	8	5	8	8	8	10	4	
Приволжский ФО																				
Кировская область	7	7	2	3	2	2	4	6	3	6	6	5	8	5	7	3	6	8	7	
Нижегородская область	6	7	1	3	2	2	9	4	5	3	4	7	5	7	6	5	5	8	8	
Оренбургская область	1	2	10	2	5	7	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	1	4	7	2	9	7	3	9	3	8	3	7	8	7	
Республика Башкортостан	5	4	3	3	4	5	5	2	5	4	3	7	4	7	6	4	3	10	6	
Республика Марий Эл	4	11	1	4	3	1	7	4	5	4	4	6	5	6	7	9	8	10	6	
Республика Мордовия	3	4	1	2	4	6	4	3	7	2	3	9	6	9	4	7	4	10	8	
Республика Татарстан	2	3	1	2	4	5	7	3	6	2	4	10	3	10	4	4	3	10	6	
Самарская область	1	2	9	4	6	8	6	3	7	1	1	10	1	10	3	6	3	10	4	
Саратовская область	1	2	7	3	5	6	2	2	1	1	1	10	2	10	3	3	1	8	4	
Удмуртская Республика	4	6	1	6	2	1	10	5	3	4	5	7	7	7	7	8	7	10	6	
Ульяновская область	4	3	1	4	6	7	6	2	10	2	2	9	4	9	3	8	4	10	9	
Чувашская Республика	2	5	1	4	3	3	8	3	6	2	4	8	3	8	5	9	5	10	10	
Южный ФО																				
Астраханская область	1	1	4	1	1	1	2	1	1	1	1	4	7	4	7	8	8	6	1	
Волгоградская область	1	2	6	1	3	4	2	2	1	1	1	8	2	8	4	5	3	6	3	
Краснодарский край	1	2	2	2	4	5	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	8	1	1	1	1	1	1	1	2	5	2	5	7	7	4	1	1	
Ростовская область	1	2	4	1	4	5	4	1	1	1	6	10	1	10	2	5	1	8	5	
Северо-Кавказский ФО																				
Ингушская Республика	1	1	7	8	4	5	3	3	10	1	5	8	5	8	5	10	6	8	8	
Кабардино-Балкарская Республика	1	1	4	3	4	4	4	3	9	2	7	5	7	7	10	8	8	7	8	
Карачаево-Черкесская Республика	2	1	2	4	4	4	3	9	2	7	10	5	7	5	9	10	6	6	6	
Республика Дагестан	1	2	3	1	3	3	7	1	1	4	6	7	6	1	9	5	6	4	4	
Республика Северная Осетия - Алания	1	1	4	3	4	4	10	6	4	3	9	7	7	7	7	10	8	8	6	
Ставропольский край	1	2	9	1	4	6	5	1	1	2	8	4	8	3	8	4	8	4	6	
Чеченская Республика	2	1	8	2	3	4	8	1	1	1	2	6	6	6	6	10	7	8	6	
Уральский ФО																				
Курганская область	2	3	10	10	5	6	3	1	1	1	2	10	1	10	6	6	6	10	6	
Свердловская область	6	7	2	4	4	6	9	5	2	7	5	3	7	3	8	3	7	6	4	
Тюменская область	6	8	5	2	10	10	2	3	4	3	2	4	2	4	8	4	7	8	6	
Ханты-Мансийский автономный округ-Югра	3	9	2	1	10	10	2	6	2	8	7	2	4	2	5	1	5	4	7	
Челябинская область	2	3	9	10	5	7	7	4	1	3	3	7	2	7	5	7	6	10	4	
Ямало-Ненецкий автономный округ	1	4	4	1	6	8	2	6	2	7	8	1	4	1	2	1	4	4	4	
Сибирский ФО																				
Алтайский край	2	2	1	3	5	6	3	4	2	2	2	3	8	4	8	4	6	3	8	
Забайкальский край	3	5	2	5	3	4	2	4	2	3	7	3	9	3	7	2	5	8	9	
Иркутская область	4	8	2	2	3	4	6	1	6	7	7	2	8	2	6	1	6	6	8	
Кемеровская область	4	2	1	1	3	3	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	8	3	5	7	3	2	5	2	2	8	2	8	4	5	3	10	5	
Омская область	5	10	7	1	6	9	2	2	6	2	1	8	1	8	5	7	5	8	5	
Республика Алтай	2	3	1	5	3	4	3	10	1	10	10	2	9	2	10	9	10	6	10	
Республика Бурятия	2	4	1	3	3	4	2	7	2	7	9	3	9	3	8	2	6	6	9	
Республика Тыва	1	7	1	3	3	3	2	7	2	7	9	3	9	3	10	5	8	6	8	
Республика Хакасия	2	1	5	3	3	4	4	10	1	9	10	4	6	4	9	9	5	8	4	
Томская область	6	0	2	1	10	10	2	4	4	5	4									

Регионы	ИСПОЛЬЗУЕМОГО объема услуг															Информация о структуре и функционировании экосистем	Информация о воспроизводстве и подавлении экологического воздействия	Ежедневный и воссесный отдых	Туризм на природе	
	ПРОДУКЦИОННЫЕ			ПОДДЕРЖИВАЮЩИЕ			ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ			ОБРАЗОВАНИЕ			ОБЕСПЕЧЕНИЕ							
	Продукция древесины	Лесохозяйственная промышленность	Природные пастбища	Охотничья промышленность	Хранение запасов улова	Регуляция потоков СО2	Очистка воздуха растительностью	Обеспечение объема стока	Очищение стока наземными экосистемами	Очищение воды в водоемах	Защита от водной эрозии	Защита от ветровой эрозии	Самоочищение почв	Опыление	Хранение генетических ресурсов	Информация о структуре и функционировании	Загородное и позаводское значение	Ежедневный и воссесный отдых	Туризм на природе	
Северо-Западный ФО																				
Архангельская область	7	9	2	1	8	5	1	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	3	
Вологодская область	10	5	2	3	9	7	5	2	2	4	2	3	1	4	2	1	1	3	5	
Ленинградская область	10	7	2	4	8	9	4	10	5	9	3	2	2	6	2	8	8	7	5	
Калининградская область	3	6	1	10	3	7	3	3	9	8	6	6	7	4	8	8	9	8	9	
Мурманская область	2	5	2	1	5	4	3	4	1	4	3	1	1	3	2	5	5	3	3	3
Ненецкий автономный округ	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Новгородская область	10	9	1	8	9	2	1	2	4	2	3	3	3	2	6	6	6	6	5	
Псковская область	5	10	1	7	5	6	1	2	1	3	1	4	4	4	2	2	2	6	6	
Республика Карелия	7	10	2	1	6	7	1	1	1	2	2	1	1	3	2	3	3	4	4	
Республика Коми	5	4	2	1	6	3	1	1	3	1	1	1	3	2	3	3	2	2	4	
Центральный ФО																				
Белгородская область	2	1	1	9	2	6	8	3	9	3	3	10	8	8	9	7	7	9	9	
Брянская область	9	9	9	6	5	10	2	2	4	3	3	7	6	6	2	4	4	8	8	
Владимирская область	10	4	1	9	7	11	2	2	6	11	5	6	5	6	2	9	9	9	6	
Воронежская область	3	3	1	5	1	3	3	3	6	3	3	10	8	8	10	9	9	6	8	
Ивановская область	6	10	1	5	7	10	2	3	4	8	5	6	5	6	2	6	6	7	6	
Калужская область	6	2	4	7	6	9	1	2	5	7	3	6	5	6	2	7	7	8	7	
Костромская область	10	6	1	2	10	10	2	8	1	4	1	4	3	4	2	1	1	4	4	
Курская область	2	1	1	4	1	5	2	3	5	3	2	7	8	7	7	8	8	9	7	
Липецкая область	3	2	1	2	1	3	10	3	7	6	4	10	8	8	9	1	1	9	9	
Московская область	4	1	1	10	7	10	7	10	10	10	5	5	10	2	7	7	10	10	10	
Орловская область	2	2	1	4	1	3	1	2	4	3	3	3	8	7	5	1	1	8	8	
Рязанская область	5	1	1	5	3	4	5	2	4	9	3	8	7	8	3	7	7	7	6	
Смоленская область	6	2	2	10	5	7	2	2	9	2	2	5	5	6	2	5	5	7	6	
Тамбовская область	3	4	1	1	2	4	3	1	4	2	2	7	8	7	10	6	6	7	5	
Тверская область	9	7	1	10	8	10	2	6	2	9	2	4	4	6	2	7	7	6	6	
Тульская область	2	1	2	10	2	6	10	4	7	10	8	8	8	10	5	8	8	9	9	
Ярославская область	9	5	1	10	6	8	4	3	5	9	7	4	4	6	2	9	9	7	6	
Приволжский ФО																				
Кировская область	10	5	2	3	8	9	2	1	1	4	2	4	4	5	2	4	4	4	4	
Нижегородская область	10	1	1	4	6	2	3	5	7	4	6	5	5	7	3	10	7	7	6	
Оренбургская область	2	2	5	1	1	3	8	6	3	2	2	9	9	9	6	3	3	5	5	
Пензенская область	4	2	1	4	3	6	1	2	3	2	3	7	7	7	5	9	9	7	7	
Пермский край	3	4	1	2	9	1	4	5	4	7	3	3	2	6	2	8	8	4	4	
Республика Башкортостан	4	2	3	2	5	7	5	2	5	7	3	6	6	8	3	9	9	5	8	
Республика Марий Эл	10	10	1	3	7	9	3	2	3	2	3	4	4	4	2	3	3	5	5	
Республика Мордовия	5	5	1	1	4	3	3	1	3	3	2	6	6	6	2	6	6	7	7	
Республика Татарстан	2	3	1	3	3	7	7	4	5	8	7	7	10	5	10	10	10	10	10	
Самарская область	2	1	6	6	2	5	8	5	8	5	7	8	7	9	10	10	10	9	9	
Саратовская область	2	1	7	3	1	3	2	2	3	2	2	9	8	10	8	6	6	6	5	
Удмуртская Республика	3	5	1	7	7	10	6	3	5	3	3	5	5	5	2	5	5	7	7	
Ульяновская область	5	6	1	3	4	8	2	2	4	4	3	7	6	7	6	10	10	6	6	
Чувашская Республика	3	10	1	2	4	10	3	2	7	4	1	6	6	7	2	8	8	9	9	
Южный ФО																				
Астраханская область	1	1	7	1	1	3	4	6	2	1	2	7	10	6	2	4	4	5	5	
Волгоградская область	2	1	5	4	1	1	3	2	3	1	2	8	10	8	7	7	7	7	5	
Краснодарский край	2	2	2	5	3	6	5	9	8	3	9	7	7	10	9	8	8	9	9	
Республика Адыгея	2	1	4	6	5	7	2	6	5	3	4	6	5	5	10	5	5	6	6	
Республика Калмыкия	2	1	10	1	1	2	1	2	1	1	1	8	10	5	2	1	1	3	3	
Ростовская область	2	1	4	4	1	3	3	1	1	2	3	9	9	10	8	9	9	7	7	
Северо-Кавказский ФО																				
Ингушская Республика	1	1	9	10	3	5	1	8	5	2	10	6	8	4	5	5	5	8	4	
Кабардино-Балкарская Республика	1	1	9	4	2	4	1	8	5	3	7	6	7	5	7	7	8	8	6	
Карачаево-Черкесская Республика	2	1	2	8	4	8	3	3	2	4	4	7	6	5	3	6	6	6	5	
Республика Дагестан	2	1	9	1	1	4	1	9	5	1	2	2	10	8	2	5	5	7	7	
Республика Северная Осетия - Алания	1	1	7	1	3	5	1	7	7	8	10	7	6	7	3	7	7	9	9	
Ставропольский край	2	1	10	1	1	3	2	10	5	1	2	8	10	9	7	5	5	6	6	
Чеченская Республика	2	1	10	1	3	4	2	7	4	2	1	2	2	8	2	4	4	5	2	
Уральский ФО																				
Курганская область	6	4	6	10	3	6	1	1	1	2	1	6	6	7	2	3	3	4	4	
Свердловская область	3	6	2	3	9	3	9	2	5	4	2	2	2	2	2	9	9	6	6	
Тюменская область	4	1	3	3	6	6	1	1	0	2	1	2	1	5	2	7	7	2	2	
Ханты-Мансийский автономный округ-Югра	3	4	2	1	8	5	7	1	3	1	1	1	1	4	2	3	3	1	1	
Челябинская область	3	3	5	4	4	8	10	3	6	9	6	6	6	8	2	9	9	6	6	
Ямало-Ненецкий автономный округ	2	1	2	1	4	4	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Сибирский ФО																				
Алтайский край	3	2	1	2	4	5	2	1	1	3	1	7	10	8	2	4	4	4	4	
Забайкальский край	3	2	2	3	8	3	1	1	1	1	2	2	4	2	1	1	3	3	2	
Иркутская область	6	2	2	1	9	7	2	1	1	3	1	1	1	5	2	4	4	2	2	
Кемеровская область	3	2	1	1	7	9	10	7	5	10	6	4	4	8	2	4	4	6	6	
Красноярский край	3	1	2	1	5	3	2	1	1	2	1	1	1	2	2	3	3	2	2	
Новосибирская область	3	3	4	1	4	5	2	2	2	1	2	5	8	6	2	3	3	4	4	
Омская область	4	3	4	1	5	6	3	1	2	4	2	5	9	8	2	6	6	4	4	
Республика Алтай	2	2	1	2	7	4	1	1	1	2	1	6	2	2	2	1	1	2	2	
Республика Бурятия	2	3	1	2	6	6	1	1	1	1	2	1	3	2	2	2				

Регионы	СООТНОШЕНИЯ природных и социально-экономических факторов															Информация о структуре и функционировании экосистем и показательного значении	Информация о структуре и функционировании экосистем и показательного значении	Информация о структуре и функционировании экосистем и показательного значении		
	ПРОДУКЦИОННЫЕ			СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ						Информационные						Информация о структуре и функционировании экосистем и показательного значении	Информация о структуре и функционировании экосистем и показательного значении	Информация о структуре и функционировании экосистем и показательного значении		
	Продукция древесины	Недревесная продукция	Природные пастбища	Охотничья продукция	Хранение запасов углерода	Регуляция потоков CO2	Очистка воздуха растительностью	Обеспечение сбываًма стока	Регулирование вариабельности стока	Очищение стока наземными экосистемами	Очищение волны в вододренах	Защита от водной эрозии СХ	Защита от ветровой эрозии почв	Самоочищение почв	Опыление	Хранение генетических ресурсов	Эстетическое и познавательное значение	Ежедневный и воскресный отдач	Туризм на природе	
Северо-Западный ФО																				
Архангельская область	-4	1	0	0	-5	-2	1	5	2	5	7	1	1	4	0	2	0	3	2	3
Вологодская область	-1	1	0	0	-6	-3	-3	5	0	5	6	-1	1	4	0	7	1	5	5	2
Ленинградская область	-4	0	0	-1	-5	-6	6	-3	-3	-1	6	0	0	2	0	0	-3	2	3	1
Калининградская область	-1	-3	0	0	-1	-5	5	3	4	-3	0	-3	-3	-2	-1	0	2	1	1	-3
Мурманская область	-1	2	1	0	2	5	-1	4	1	6	7	1	1	7	0	-3	-1	2	-1	3
Ненецкий автономный округ	0	0	2	0	5	8	0	7	1	7	6	0	0	2	0	0	2	3	1	0
Новгородская область	-2	-4	0	-2	-7	-8	2	6	0	4	6	0	0	5	1	2	0	2	4	2
Псковская область	-1	-3	0	0	-2	-6	2	4	2	3	7	1	1	3	3	6	4	2	4	3
Республика Карелия	-3	0	0	1	-3	-4	1	6	1	7	7	1	1	7	0	3	0	2	0	1
Республика Коми	0	6	0	0	-6	-1	0	8	1	7	7	1	1	3	0	1	-1	3	2	3
Центральный ФО																				
Белгородская область	-1	1	0	-3	7	4	-4	-1	-2	0	0	2	-5	1	-6	-3	-9	-1	0	
Брянская область	-5	-3	-4	-1	-3	-5	5	1	6	-1	1	1	2	0	6	3	3	-2	2	-1
Владimirская область	-6	-3	0	-3	-5	-5	7	2	0	-6	-1	0	1	-4	4	-2	-1	-2	-1	0
Воронежская область	-2	-1	0	-3	6	7	1	-1	2	-1	0	2	7	0	-7	-6	-7	2	2	
Ивановская область	-2	-4	0	-1	-5	-5	5	2	-1	-4	0	1	2	2	5	1	3	1	1	0
Калужская область	-2	1	-1	1	-4	-7	7	2	1	-3	2	0	1	2	4	-3	-3	0	2	-1
Костромская область	0	2	0	1	-8	3	1	4	1	5	-1	0	4	1	7	6	5	6	4	
Курская область	-1	1	0	-1	6	4	4	-1	-4	-2	1	3	2	-4	3	-6	-1	1	-1	
Липецкая область	-2	0	0	1	4	4	-5	0	-1	-5	0	0	2	-3	1	1	4	-3	1	0
Московская область	-2	-3	0	-3	-3	-6	0	-6	-5	-6	-5	1	1	-3	4	-3	-4	-2	-4	
Орловская область	-1	0	-2	3	2	3	1	4	-2	-1	2	1	-4	5	1	7	-5	2	0	
Рязанская область	-3	-5	0	-2	3	4	-1	1	3	-7	1	1	2	-5	6	-2	-3	4	1	
Смоленская область	0	-2	0	-1	-3	4	1	3	2	-4	2	1	1	2	4	2	0	3	0	
Тамбовская область	-2	-1	0	1	5	5	0	2	3	-1	0	3	2	-4	0	-4	-3	3	3	
Тверская область	-3	-1	0	-4	-6	4	2	1	0	-2	5	0	0	2	2	1	-4	1	4	1
Тульская область	-1	2	0	-3	2	-1	-2	-1	1	-8	4	2	2	7	5	-3	-3	-1	-1	
Ярославская область	-2	1	0	-1	-5	7	3	3	-3	-3	0	1	1	2	3	-1	-1	1	3	-2
Приволжский ФО																				
Кировская область	-3	2	0	0	-6	7	2	5	2	2	4	1	1	3	3	3	-1	2	4	3
Нижегородская область	-4	-2	0	-1	-4	-7	6	-1	-2	-1	-2	2	2	-2	4	-4	-5	-2	1	2
Оренбургская область	-1	0	2	1	4	4	-7	4	-4	-1	-1	1	1	-4	4	-1	-1	4	3	
Пензенская область	-2	1	0	-2	2	1	5	0	2	-1	-1	3	3	-2	5	-7	-5	3	1	
Пермский край	0	4	0	0	-7	0	2	-2	2	4	0	1	3	1	0	-5	3	4	3	
Республика Башкортостан	1	2	0	1	-1	2	0	3	-3	-3	0	1	1	-4	4	6	3	5	-1	
Республика Марий Эл	-6	0	0	1	-4	-7	4	2	2	2	1	2	2	1	4	6	3	5	-1	
Республика Мордовия	-2	-1	0	1	0	-2	1	2	4	-1	1	3	3	0	7	-2	1	-3	3	
Республика Татарстан	0	0	0	-1	1	-2	0	-1	-3	-4	3	3	-7	5	-6	-5	2	-1	-1	
Самарская область	-1	1	3	-2	4	3	-2	-1	-1	-1	1	0	-6	0	-7	-4	1	-1	-3	
Саратовская область	-1	1	0	0	4	3	0	0	-2	-1	-1	1	0	-6	0	-3	-3	2	-1	
Удмуртская Республика	-5	1	0	-2	-5	4	2	-2	1	1	2	2	2	2	5	2	3	0	3	
Ульяновская область	-1	-5	0	1	2	-1	4	0	6	-2	-1	2	3	-3	3	-2	-2	4	4	
Чувашская Республика	-1	-5	0	2	-1	7	5	1	-1	-2	3	2	2	-4	6	-3	1	-4	1	
Южный ФО																				
Астраханская область	0	0	-3	0	0	-2	-2	-5	-1	0	-1	-3	-6	1	2	3	4	3	1	-2
Волгоградская область	-1	1	1	-3	2	3	-1	0	-2	0	1	0	-1	-2	1	-3	-2	4	1	-2
Краснодарский край	-1	0	0	-3	1	-1	-1	-6	2	-2	-3	2	2	-5	0	-4	1	-5	-1	
Республика Адыгея	0	0	-1	2	0	0	8	-2	4	-1	5	1	2	0	-3	1	5	-2	-1	
Республика Калмыкия	-1	0	-2	0	0	-1	0	-1	0	0	0	-6	3	0	0	4	6	4	1	
Ростовская область	-1	1	0	-3	3	2	1	-6	-4	-1	3	1	1	2	-7	-4	-6	1	0	
Северо-Кавказский ФО																				
Ингушская Республика	0	0	-3	2	1	0	2	-5	1	-3	2	2	-3	4	0	5	-2	0	4	4
Кабардино-Балкарская Республика	0	0	-5	1	2	0	7	-2	-1	-2	6	0	1	-2	2	0	3	0	0	
Карачаево-Черкесская Республика	0	0	0	-5	0	-2	0	6	0	3	6	-2	-1	2	2	3	4	4	0	
Республика Дагестан	-1	1	-6	0	2	-1	5	-8	-4	0	2	2	-3	1	-4	-4	4	-2	-1	
Республика Северная Осетия - Алания	0	0	-3	2	1	-1	9	-1	-3	-5	-1	0	1	0	4	0	3	-1	-1	
Ставропольский край	-1	1	-1	0	3	1	4	-9	-4	0	0	0	-2	-5	1	-2	3	-2	2	
Чеченская Республика	0	0	-2	1	0	0	6	-6	-3	-1	1	-1	-1	-2	4	2	6	-2	-1	
Уральский ФО																				
Курганская область	-4	-1	4	0	2	0	2	0	0	-1	1	4	4	-6	8	3	3	2	6	2
Свердловская область	-2	1	0	1	-5	-3	0	3	-3	-3	1	1	1	0	1	-1	-6	1	0	
Тюменская область	2	0	-2	1	4	4	1	2	-6	1	1	2	3	-3	2	1	-3	5	6	2
Ханты-Мансийский автономный округ-Югра	0	5	0	0	2	5	-5	5	-1	7	6	1	1	0	0	2	-2	4	3	
Челябинская область	-1	0	4	6	1	-1	-3	1	-5	-7	-6	1	1	7	5	-4	2	0	4	
Ямало-Ненецкий автономный округ	-1	3	2	0	2	4	-1	5	1	6	7	0	0	3	0	1	0	3	3	
Сибирский ФО																				
Алтайский край	-1	0	0	1	1	1	1	3	1	-1	2	1	-2	-4	6	0	2	-1	4	1
Забайкальский край	0	3	0	2	-5	-4	1	3	1	2	6	1	1	5	1	6	1	2	5	
Иркутская область	-4	6	0	1	-7	-4	2	5	0	4	6	1	1	3	0	2	-3	4	4	
Кемеровская область	1	0	0	0	-4	-6	-3	4	-4	0	3	1	1	0	3	4	2	2	2	
Красноярский край	-1	4	0	0	-2	1	0	7	1	6	6	1	1	6	0	-1	-2	2	3	
Новосибирская область	-1	2	4	2	1	2	1	0	3	0	1	3	0	-6	6	-5	-4	-1	6	
Омская область	1	7	3	0	1	-3	1	4	-2	-1	3	-1	-7	6	-1	1	1	4	1	
Республика Алтай	0	1																		

4. Масштабы экосистемных услуг и подходы к районированию экосистемных услуг России

4.1. Проблема масштаба экосистемных услуг России

Размеры России определяют ключевую важность учета пространственных масштабов экосистемных услуг и районирования территории страны для дальнейшей разработки системы учета, мониторинга и оценки экосистемных услуг.

Экосистемные услуги можно разделить на несколько групп, в зависимости от того, зависит ли их действие от расстояния и от направления (Табл. 4.1.1). На основании этого подхода можно определить, в отношении каких услуг могут возникать отношения «донор-реципиент». В частности, очевидно, что для локальных и «точечных» услуг межрегиональные отношения «донор-реципиент» отсутствуют, а для услуг, зависящих от направления природных потоков или потоков потребителей, отношения «донор-реципиент» определяются положением региона на этих потоках (ниже или выше по течению рек, положением по отношению к преобладающим ветрам, доступностью для людей).

Таблица 4.1.1. Классификация экосистемных услуг по пространственным характеристикам (по Costanza, 2008, с изменениями).

	Категория услуг	Примеры услуг	Отношения «донор-реципиент»
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 • Ценность существования биоразнообразия, его культурное и этическое значение 	Доноры – «природные» регионы Реципиенты – все регионы
2	Региональные и межрегиональные, зависящие от расстояния	<ul style="list-style-type: none"> • Регуляция образования облаков и количества осадков • Регуляция альбедо 	Доноры – «природные» регионы Реципиенты – окружающие их регионы
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 	Отношения «донор-реципиент» отсутствуют
4	Зависящие от направления природных потоков (перемещаются от точки производства к точке потребления)	<ul style="list-style-type: none"> • Регулирование постоянства стока • Регулирование объема стока • Очистка воды • Предотвращение водной эрозии и накопления осадков в водоемах • Предотвращение ветровой эрозии и пыльных бурь 	Доноры – «природные» регионы выше по течению или с наветренной стороны Реципиенты – регионы ниже по течению или с подветренной стороны
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) 	Доноры – «природные» регионы, доступные для потребителей Реципиенты – регионы, откуда прибывают потребители услуг

На первом этапе проекта был проведен предварительный анализ пространственных масштабов основных экосистемных услуг и их значения в России. Примеры различного пространственного масштаба экосистемных функций и услуг приведены в табл. 4.1.2.

Таблица 4.1.2. Примеры и значение экосистемных услуг в разных пространственных масштабах

Услуги	Точечный и локальный масштаб	Региональный масштаб	Межрегиональный 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 является фактором, воздействующим 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 (www.gks.ru)	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 наземных экосистем	Среднее Сбор грибов, ягод, лекарственных растений - важный ресурс для личного потребления и частной продажи для некоторых категорий людей	Низкое Данный ресурс не играет ключевой роли в экономике регионов	Низкое Данный ресурс не играет ключевой 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 т.ч. 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 секторам экономики Рыболовство составляет менее 1% в ВВП России (www.gks.ru)	Низкое Экспорт пресноводной рыбы из России не составляет существенной доли в ее мировом обороте
Охотпродукция	Среднее Важный ресурс для личного потребления и частной продажи для некоторых категорий населения	Низкое Данный ресурс в настоящее время не играет ключевой роли в экономике регионов	Низкое Данный ресурс не играет ключевой роли в экономике страны	Не определено*
Производство меда на природных лугах	Высокое Важное значение в некоторых местностях	Низкое Данный ресурс в настоящее время не играет ключевой роли в экономике регионов	Низкое Данный ресурс не играет ключевой роли в экономике страны	Не определено* Оценить вклад России в глобальную продукцию природного меда трудно из-за недостатка данных

Средообразующие				
Регуляция углеродного цикла и потоков парниковых газов	НЕТ	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 признания роли лесов России в сохранении глобального климата	Высокое Наземные экосистемы России являются крупнейшими хранилищами и поглотителями углерода и оказывают ключевое 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 хозяйства водой	Высокое Регуляция стока и режима малых рек и озер, предотвращение наводнений Для ряда регионов данная 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 миграции морских биологических ресурсов
Очищение воды в природных водоемах	Высокое Определяет качество воды в малых прудах и озерах	Высокое Определяет качество воды в водоемах регионального значения	Среднее Влияние на качество воды в крупных реках и озерах	Среднее или низкое Влияние на качество воды в 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 национального 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) посещаются большим числом людей	Низкое, в перспективе – среднее Курорты и уникальные природные места национального значения по мере развития туристической инфраструктуры будут увеличивать свое значение	Низкое, в перспективе – среднее Курорты и уникальные природные места международного значения по мере развития туристической инфраструктуры будут увеличивать свое значение

Различные экосистемные услуги «работают» в разных масштабах, поэтому механизмы интеграции их ценности в экономику и процесс принятия решений должны быть различными и соответствовать масштабу действия данной услуги.

Экосистемные услуги *локального* масштаба должны компенсировать и поддерживать, прежде всего, местные жители и местные предприятия. Например, соседний регион не будет платить за сохранение почв в данном регионе (кроме случаев, когда водная и ветровая эрозия приводит к ухудшению показателей среды в соседних 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, работающих 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 (пример – сохранение природных экосистем в водосборном бассейне, питающем водой Нью-Йорк).

Функции хранения и поглощения углерода являются важнейшими *глобальными* климаторегулирующими функциями. В наземных экосистемах наибольшей угрозой для этих функций 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 функций, не только не в состоянии экономически компенсировать минимизацию таких воздействий на экосистемы, но, как правило, наоборот, заинтересовано в интенсификации добычи сырья, поскольку работает в этой сфере. Для добывающих компаний меры по минимизации время экосистемам являются лишь дополнительным затруднением и обременением. То есть, в этом случае получается, что местное население и бизнес в основном не заинтересованы в поддержании глобальных экосистемных услуг по регуляции цикла углерода. Исключением являются лишь коренные народы, ведущие традиционное хозяйство и заинтересованные в сохранении природных экосистем, но и они заинтересованы в других экосистемных функциях, а не в углеродной. Потребителем и бенефициаром этих функций является все мировое сообщество, которое может создать механизмы для их сохранения (примеры таких механизмов – Киотский протокол, Конвенция о биоразнообразии и т.п.), на основе которых будут развиваться международные рынки углеродных функций (пример – программа REDD). Если Россия примет на себя определенные обязательства по сохранению углеродных функций, то возможно развитие национального рынка углеродных экосистемных услуг.

4.2. Ландшафтные услуги

Ландшафтные услуги возникают на достаточно большой гетерогенной территории (охватывающей сотни-тысячи км², т.е. «в ландшафтном масштабе») не столько вследствие собственных свойств экосистемы, имеющей четкие границы, сколько вследствие особого взаиморасположения, взаимодействия и особой пропорции разнокачественных экосистем (de Groot et al., 2009). Взаимодействие индивидуальных локальных экосистем способно создавать новое качество в системе более высокого ранга – ландшафте («эмержентный эффект»). Примерами ландшафтных услуг являются водоохранные и водорегулирующие услуги, большая часть рекреационных услуг.

Анализ ландшафтных услуг является важной задачей, однако при подготовке Прототипа Доклада она не ставилась по причине ограниченных ресурсов проекта. При формировании системы оценки и мониторинга экосистемных услуг России ландшафтный аспект необходимо учесть в обязательном порядке.

4.3. Подходы к районированию

4.3.1. Методы районирования, применимые к экосистемным услугам России

Наиболее адекватными являются методы анализа, опирающиеся на характеристики собственно услуг. Однако такие характеристики, четко привязанные к конкретным локусам огромной территории России, пока немногочисленны. Поэтому в ближайшей перспективе целесообразно использовать знания о параметрах факторов, обуславливающих существование различных экосистемных услуг. Этот подход к анализу пространственного (территориального) разнообразия путем построения схем факторного районирования широко распространен в географии.

Существует множество форм описания территориального разнообразия. В их числе также и зонирование. Его основная особенность – выделение конкретных зон по градиенту какого-либо фактора или параметра. Так физико-географические (природные) зоны различаются по гидротермическому градиенту. Зоны, принятые в градостроительном (территориальном) планировании, имеют различное функциональное назначение и характеризуют преобладающий тип использования территории. Но в нашем случае следует применять разнообразные формы и методы именно районирования.

Для системы оценки экосистемных услуг России могут быть полезны следующие разновидности районирования:

- а) по естественным природным подразделениям, характеризующим собственные свойства компонентов природы и экосистемное разнообразие, порождающее разнообразие экосистемных услуг;
- б) по запасам конкретных ресурсов, способных обеспечивать те или иные экосистемные услуги;
- в) по набору и повторяемости природных и техногенных рисков, защите от которых могут обеспечивать экосистемы;
- г) по состоянию природных и природно-антропогенных экосистем в условиях антропогенных нагрузок и естественных тенденций, определяющих вероятные изменения экосистемных услуг;
- д) по способности экосистем ликвидировать или уменьшать угрозу неблагоприятных природных или техногенных процессов.

Отечественные достижения в области географического районирования, наработанные десятилетиями, предоставляют достаточно широкий спектр возможностей для оценки экосистемных услуг. Они отражены в серии карт индивидуального и типологического районирования в масштабах 1:8 000 000, 1:4 000 000, 1:2 500 000, а также в наиболее актуальной сводке карт районирования в Национальном Атласе России (т. 2, 2007 в масштабах 1:15 000 000, 1:30 000 000, 1:45 000 000, 1:75 000 000).

Карты районирования России могут строиться с опорой на характеристики, присущие территориальным ячейкам различных типов. При использовании административных территориальных единиц (субъектов Федерации и др.) количественная оценка экосистемных услуг облегчается при наличии данных официальной статистики; однако серьезные ошибки возможны для крупных субъектов Федерации с высоким разнообразием природных условий. При использовании для выделения районов природных границ (не совпадающих с административными) оценка экосистемных услуг наоборот в большинстве случаев затруднена отсутствием статистических данных, однако может опираться на экстраполяцию точечных измерений на большую однотипную территорию. Районирование на основе использования условных пространственных единиц правильной формы (например, регулярной сетки квадратов) делает оценку экосистемных услуг зависимой от выбранного размера операционной единицы.

Прямые количественные оценки обеспечивающих услуг (запасов ресурсов) содержат карты районирования, использующие административные границы. В Национальном Атласе России к такому типу принадлежат, например, карты запасов древесины, плотности охотничьих видов (некоторые из них учитывают также зональные границы внутри субъектов Федерации), доли кормовых угодий, запасов ресурсов поверхностных и подземных вод,

использования свежей воды на орошение, обводнение и сельскохозяйственное водоснабжение, биологических запасов грибов. Оценки некоторых видов экосистемных услуг в национальном масштабе обеспечены серией карт районирования в Национальном Атласе России, предоставляющих практически прямые данные. Например, для оценки экосистемных услуг, связанных с регулированием углеродного баланса атмосферы, применимы районирование по удельной эмиссии углекислого газа из почв, балансу гумуса, заторфованности регионов. Для оценки регулирующих экосистемных услуг по ассимиляции и нейтрализации загрязняющих веществ информация содержится на картах условий миграции тяжелых металлов в почвах, самоочищения от нефтепродуктов, потенциала самоочищения ландшафтов.

Районирование в научном географическом понимании («индивидуальное районирование») выделяет уникальные районы на основе знания о характерном и неповторяющемся сочетании типов территорий. Сочетание зонально-секторного и азонального (прежде всего – геолого-геоморфологического) принципа используется в комплексном физико-географическом районировании, создающем основу для оценки набора природных рисков, набора возможных видов ресурсов, оценки приоритетных видов землепользования, востребованности регулирующих услуг. Весьма конструктивным для оценки востребованности регулирующих, поддерживающих, обеспечивающих экосистемных услуг является специальное ландшафтно-экологическое районирование России А.Г. Исаченко (2001), основанное на ландшафтном и физико-географическом районировании, но со специальными коррективами, учитывающими резкую контрастность России в населенности и хозяйственной освоенности. Зонально-секторную гидроклиматическую основу, учитывающую широтное положение и степень континентальности климата крупных территорий, имеют многие виды природного районирования, отраженные в Национальном Атласе России и серии более детальных настенных карт: климатическое, ботанико-географическое, зоогеографическое, лесорастительное (используемое лесным законодательством и потому находящее отражение в данных лесохозяйственной статистики), почвенно-географическое и природно-сельскохозяйственное (используемые в процедурах землеустройства и также находящие отражение в отраслевой статистике). Зонально-секторную основу имеет также районирование по экорегионам WWF, применимое прежде всего к целям оценки экосистемных услуг, связанных с поддержанием биоразнообразия. Такой же принцип используют некоторые виды прикладного отраслевого районирования, например, рекреационное. Перечисленные виды отраслевого районирования предоставляют основу для оценки ресурсного потенциала (обеспечивающие ЭУ), типа круговоротов вещества (поддерживающие экосистемных услуг), способности преобладающего типа экосистем регулировать природные процессы (например, климатический режим за счет баланса осадков, испарения и стока). Карты районирования явлений, не подчиняющихся или ограниченно подчиняющихся зональным закономерностям (например, сейсмическое, геоморфологическое, криолитологическое) полезны для выявления набора и оценки ЭУ, способных предоставить защиту от природных рисков (например, значимости торфяников как защиты от таяния мерзлоты), или важных для культурных ЭУ (например, пейзажей, обусловленных спецификой рельефа или вулканических явлений). С некоторыми оговорками районированием по естественным достаточно четко определяемым рубежам может быть отнесено выделение речных бассейнов – важнейших единиц для оценки регулирующих функций растительного покрова и рельефа по отношению к речному стоку.

К другой группе относятся карты типологического районирования, позволяющие детализировать оценки ЭУ внутри индивидуальных естественных районов, оценить площади, занимаемые единицами разных типов, и их соотношения и относительные вклады, давать косвенные количественные оценки ЭУ при наличии информации о свойственной данному типу территории удельных значений ЭУ (например, в расчете на 1 га). К этой категории относятся карты, позволяющие делать оценки обеспечивающих ЭУ, например: Ландшафтная карта России, Почвенная карта Российской Федерации и сопредельных территорий, карта «Растительность СССР», карта годичной продукции и запасов фитомассы и др. Большая серия карт типологического районирования носит сама по себе оценочный

характер и предоставляет возможности оценить степень отклонения реальной пространственной структуры от оптимальной и степень актуальности регулирующих ЭУ определенных типов экосистем. Предпочтительно комбинированное использование карт районирования в этих целях. Например, оценка востребованности противоэрозионной ЭУ лесов может быть осуществлена путем сопряженного анализа карт, во-первых, - морфоскульптур суши, эрозионной опасности, распространения селеопасных территорий, (т.е. эрозионный потенциал рельефа), во-вторых - процессов деградации земель (т.е. состояние территории и значимость проблемы), в-третьих - карт лесистости (т.е. наличие экосистем, способных защитить от угрозы). На некоторых видах районирования могут быть основаны качественные оценки поддерживающих и регулирующих ЭУ. Так, районирование по условиям формирования дождевых паводков учитывает вклад растительного покрова и рельефа в регулирование стока, т.е. создает основу для отнесенной к конкретным регионам оценки регулирующих ЭУ. Районирование по потенциальной активизации мерзлотных процессов в комбинации с картами районирования, характеризующими степень деградации земель и состояние растительного покрова позволяет также давать качественные оценки регулирующих ЭУ.

Районирование на основе использования условных пространственных единиц правильной формы может рассматриваться как основа для оценки больших территорий на основе дистанционных материалов, покрывающих весь земной шар. В Национальном Атласе России этот тип районирования представлен, например, картой устойчивости природных территориальных комплексов с размером операционной единицы 50x50 км. Она основана на анализе поступления энергии в экосистему: тепловой, атмосферных осадков, механической энергии косного вещества, активности живого вещества. Энергетика природных территориальных комплексов проявляется в интенсивности выветривания и скорости перемещения, накопления и рассеяния вещества, что может оказаться полезным для оценки регулирующих ЭУ. Данный способ районирования широко используется также для отображения выпадения загрязняющих веществ из атмосферы и может быть востребован для оценки востребованности регулирующих ЭУ почвенного и растительного покрова.

Для получения оценок ЭУ для России могут быть применены некоторые схемы районирования глобального масштаба, в основном разработанные в целях регулирования лесного и сельского хозяйства и поддержания биоразнообразия. Районирование с целью оптимизации воспроизводства лесных ресурсов и охраны биологического разнообразия в основу кладет географию ареалов растительных сообществ (районирование WWF, районирование Л.Холдриджа). Экорегионы WWF выделяются с основной целью обоснования оптимальных стратегий охраны видов по биогеографическим критериям, которые наилучшим образом отражают распространение видов и сообществ по сравнению с другими моделями районирования, построенным на климатических, биофизических параметрах или на спектральном образе дистанционных изображений. При районировании WWF принимается во внимание не только экологические условия существования той или иной биоты глобального масштаба (как в районировании ФАО), но и результат развития растительного покрова под влиянием множества исторических и случайных событий, тенденций под действие разнообразных локальных факторов. Распределение экорегионов WWF, установленных для территории России отражают как крупные физико-географические области, различающиеся по рельефу и гидротермическим параметрам, так и важнейшие историко-географические факторы, связанные с миграцией флор и фаун в связи с климатическими событиями четвертичного периода. Экорегионы WWF являются более дробными подразделениями по сравнению с экорегионами ФАО. С последними сопоставимы по территории биомы WWF. Экорегионы WWF отражают более сложное сочетание абиотических и биотических факторов на уровне сопоставимом по территории и принципам с физико-географическими областями (Физико-географическое районирование СССР, 1986) или лесорастительными районами С.Ф.Курнаева (1973), выделяемым в России. В основе выделения зон жизни Л.Холдриджа (Holdridge, 1967) – ведущая роль климатических условий в территориальных различиях жизненных форм растительности, продуктивности, структуры растительности. Концептуальная основа районирования ФАО состоит в признании климата

ведущим фактором дифференциации лесного покрова и согласованности ареалов типов климата с ареалами типов растительного покрова и почв. Распределение температур, осадков и испарения по земной поверхности считаются наиболее информативными показателями высших иерархических уровней при возрастании вклада геолого-геоморфологических показателей на низших. При районировании ФАО постулируется холистический экосистемный подход, при котором учитываются как биотические, так и абиотические компоненты экосистем.

4.3.2. Подходы к районированию на примере экосистемных услуг по защите почв от эрозии

Региональные различия объема экосистемной услуги по защите почв от эрозии определяются как естественными, так и антропогенными причинами. К числу естественных причин относятся различия в самой возможности произрастания и продуктивности лесной растительности, в наличии климатических и геолого-геоморфологических предпосылок эрозии. К числу антропогенных причин относится степень измененности природных ландшафтов, что связано с принципиально разными условиями эрозии при естественном и искусственном или нарушенном растительном покрове. Обширная территория России демонстрирует едва ли не полный диапазон условий проявления противоэрозионной и почвозащитной функции лесов во внутропических широтах. Противоэрозионная и почвозащитная функции лесов хорошо изучены как в России, так и за рубежом в результате теоретических построений, физико-математического моделирования, полевых исследований и экспериментов. Богатый фактический материал об эффективности защитной роли лесных насаждений был получен, начиная с 1940-1950-х гг., в ходе создания системы полезащитного лесоразведения в европейской части страны, освоения целинных и залежных земель в азиатской части, реализации программ агролесомелиорации. Параллельно, задолго до появления самого термина «экосистемная услуга», в России и других республиках бывшего СССР накоплен большой опыт экономических оценок эффективности лесных насаждений для борьбы с эрозией, для повышения плодородия почв, улучшения состояния водоемов.

Основные показатели интенсивности проявлений эрозии могут характеризовать рельеф, почвы, сток. Среди геоморфологических показателей, которые могут отражать регулирующую роль лесов, основное место принадлежит протяженности речной и, в целом, эрозионной сети, ее изменениям во времени в зависимости от динамики распаханности и лесистости, характеристикам вертикальной расчлененности рельефа. Подверженность почв эрозии характеризуется мощностью гумусового горизонта, набором почвенных горизонтов, степенью смытости/намытости, некоторыми химическими и физическими показателями. Состояние водоемов как индикатор интенсивности эрозии характеризуется стоком наносов (в более старой терминологии – твердым стоком), который характеризуется раздельно по бассейнам малых рек и крупных рек. Наиболее информативным показателем, характеризующим защитную роль растительного покрова (и в частности – лесов) по отношению к почвам, является соотношение вкладов бассейновой и русловой эрозии в формирование стока наносов. Первая характеризует размыт почв междуречий в результате нарушений растительного покрова, вторая – вовлечение твердого вещества в сток непосредственно в русле. Экологической ценностью считается преобладание русловой эрозии над бассейновой. В естественных условиях интенсивность эрозии не обнаруживает зависимости от плотности растительного покрова, выражаемого биомассой (Дедков, Мозжерин, 1984). При этом есть прямая зависимость модулей стока наносов от степени хозяйственного освоения, обнаруженная в лесной, лесостепной и степной зонах. По мере роста нарушенности возрастает вклад бассейновой эрозии и сокращается вклад русловой эрозии в стоке наносов. Чем выше распаханность, тем больше относительная доля бассейновой эрозии, прежде всего – в бассейнах малых рек (принимающих продукты почвенной и овражной эрозии). В меженное время, когда резко преобладает грунтовое питание (особенно в лесостепной и степной зонах) и почти отсутствует смыт с полей, реки транспортируют лишь наносы руслового происхождения (Дедков, Мозжерин, 1984). Долю

наносов, сформировавшуюся за счет эрозии в руслах рек можно оценить в 40-45 %; остальные 55-60 % формируются за счет склонового смыва (Голосов, 2006).

К настоящему времени установлен следующий ряд основных факторов, которые определяют региональные различия уязвимости почв и грунтов к эрозии и эффективности противоэрэозионной роли лесных насаждений.

1) Зональная принадлежность территории. В тундровой зоне леса отсутствуют и не могут выполнять противоэрэозионных функций. В лесотундровой зоне почти повсеместно на территории России (за исключением некоторых районов в европейской части) развита многолетняя мерзлота, являющаяся более мощным противоэрэозионным фактором, чем лесная растительность, но только в том случае, как и в тундре, если по тем или иным причинам (обычно связанным с нарушением растительного покрова) не развивается термоэрэозия (Ямал, Гыданский и Тазовский полуострова). В лесной, лесостепной и степной зонах леса могут играть выдающуюся противоэрэозионную роль. Север и запад лесной зоны отличаются минимальной интенсивностью овражной эрозии (Национальный атлас России, т. 2, 2007).

2) Климатический режим, проявляющийся в преобладающем вкладе снеготаяния либо ливневого стока в эрозию почв. На значительной территории лесной и лесостепной зоны преобладает водная эрозия от стока талых вод. Область смешанного смыва (северо-запад России) отличается преобладанием стока и смыва в зимне-весенне время вследствие многократного таяния снега, сопровождающегося выпадением ливневых осадков. Возможно формирование стока со склонов в любое время года. В районах с неустойчивым снежным покровом (например, Северный Кавказ) более разрушительна ливневая эрозия. В ряде районов страны проявляются одновременно эрозия от талых и ливневых вод. Повторяемость ливней, особенно мощных, возрастает с севера на юг Восточно-Европейской равнины (Ларионов, 1993) и является одной из важнейших причин эрозии в лесостепях и степях, поскольку время их выпадения (поздняя весна) совпадает с периодом слабого развития коренных систем однолетних культурных растений. В меньшей степени ливни характерны для азиатских степей и лесостепей.

3) Генетический тип и морфологические особенности рельефа. Любые возвышенности с пересеченным рельефом, большой долей склоновых поверхностей и повышенной кинетической энергией водных потоков выделяются повышенной эрозионной опасностью и повышенным вкладом лесов в регулирование эрозии, по сравнению с плоскими низменностями. Территории с очень сильной овражностью с густотой более 130 км на 100 км² характерны для западной части Смоленско-Московской возвышенности, междуречья Дона и Воронежа, Донского Белогорья, Калачской возвышенности, отдельных участков Приволжской возвышенности. Высокая степень пораженности оврагами свойственна также Среднерусской и Ставропольской возвышенностям (Национальный атлас России, т.2, 2007). Минимальная эрозионная опасность в степной и лесостепной зонах характерна для плоских равнин Приазовья, юга Западной Сибири между р. Тобол и оз. Чаны. Практически нехарактерна эрозия для территории с преобладанием плотных кристаллических пород на поверхности цокольно-денудационных равнин Карелии. Задержка наносов на склонах или поступление в водотоки находится в зависимости от генетического типа рельефа. На европейской территории России максимальная среднемноголетняя интенсивность смыва в период снеготаяния отмечена на эрозионно-денудационных возвышенностях. Обычно это связано с неравномерностью схода снега со склонов различной крутизны и экспозиции. Наиболее сильно эродируются подножия выпуклых склонов южной и западной экспозиций. В районах с вторичным моренным рельефом экспозиция уже не играет существенной роли, т.к. гораздо большее влияние на распределение снега оказывает расположение лесных массивов. В зоне вторично-ледниковых равнин переотложение наносов происходит в пределах склонов междуречий с ограниченным поступлением в днища долин верхних звеньев флювиальной сети. В зоне древнего эрозионно-денудационного рельефа с преобладанием лессов происходит доставка наносов со склонов в днища долин и переотложение в этих днищах (Голосов, 2006).

4) Механический состав почвогрунтов и интенсивность фильтрации атмосферных осадков. Влияние состава горных пород на эрозию проявляется сильнее в степной, чем в лесной и лесостепной зонах (Дедков, Мозжерин, 1984). К наиболее уязвимым к эрозии горным породам относятся лёссы, широко распространенные в лесостепях и степях Восточно-Европейской равнины к западу от Волги, а также на юге Западно-Сибирской равнины. Большие площади земельных угодий подвержены разрушительному действию дефляции (называемой также «ветровой эрозией»), важной предпосылкой развития которой также является состав механический состав пород и почв. Чаще всего дефляция проявляется на легких карбонатных почвах и песках на юге и юго-востоке европейской части СССР, на юге Западной Сибири (Захаров, 1986).

5) Противоэррозионная устойчивость почв. Она определяется не только механическим составом, но и структурностью, содержанием органического вещества, составом почвенного поглощающего комплекса, водопрочностью структуры и др. В целом подверженность почв смыву подчиняется зональным признакам в той же мере, что и содержание гумуса, с которым тесно связано и структурное состояние почвы. Например, устойчивость черноземов повышена по сравнению с дерново-подзолистыми почвами при прочих равных условиях, а более гумусированные черноземы Западной Сибири и восточных провинций европейской части более устойчивы по сравнению с черноземами Приазово-Предкавказской провинции (Ларионов, 1993). Внутри почвенного типа существенные изменения смываемости связаны с механическим составом, в первую очередь – с содержанием пылеватых фракций. Выделяются почвы на покровных лессовидных отложениях, распространенные в средней и южной части лесной зоны.

6) Степень распаханности. Коренная лесная, луговая, степная растительность сдерживает эрозию. Для зоны смешанных лесов установлено, что когда площадь пашни достигала 60-65 % (XVI-XVII вв.), что сопоставимо с современной распаханностью в лесостепях или опольях, объем наносов со склонов, доставляемых в речную сеть мог быть примерно вдвое больше, чем сейчас, что приводило к отмиранию некоторых водотоков 1-2 порядков. При современной площади пашни около 27 % (характерно для юга лесной зоны) изменений в протяженности речной сети не происходит (Голосов, 2006).

6) Преобладающие севообороты. При возрастании доли пропашных культур эрозионная опасность возрастает, при возрастании доли многолетних трав – снижается. В связи с этим повышена защитная функция лесов в лесостепной и степной зонах европейской части страны. Например, отличительной особенностью сибирской части области тало-дождевого смыва является существенный вклад ветровой эрозии в деградацию почв и низкие темпы склонового смыва за счет сокращения доли пропашных культур до 10-15% и увеличения доли многолетних трав до 20-30% (Голосов, 2006).

Все перечисленные факторы действуют одновременно. В связи с этим некоторые районы характеризуются противоречивым сочетанием фактов эрозионной опасности. В частности черноземные регионы отличаются повышенной устойчивостью высокогумусированных и хорошо оструктуренных почв, но в то же время значительная их часть приурочена к возвышенным районам с преобладанием легкоразмываемых лессовых отложений и высокой повторяемостью ливневых осадков, что способствует оврагообразованию.

К настоящему времени установлено, что противоэррозионная значимость лесных насаждений варьирует в зональном и долготно-секторном аспектах. В самом общем виде широтные различия сводятся к следующему. Смыв с пашен в субтропическом поясе обычно превышает смыв в умеренном поясе (резко преобладающем в России) из-за более высокой повторяемости ливней. В северном направлении происходит постепенный переход от области преимущественно ливневого к области тало-дождевого смыва. К северу растет повторяемость зим с устойчивым снежным покровом, уменьшается вероятность выпадения сильных дождей в период таяния снега, повышается противоэррозионная устойчивость севооборотов ввиду уменьшения доли пропашных культур, снижаются максимальные интенсивность и слой экстремальных ливней. В результате некоторое уменьшение ливневого смыва компенсируется отчасти ростом темпов смыва в период снеготаяния (Голосов, 2006). В тундровой и отчасти лесотундровой зонах противоэррозионная роль лесов минимальна в

связи с ограниченными возможностями их произрастания или отсутствием таковой вообще. Кроме того, роль важнейшего фактора, контролирующего эрозию, переходит к многолетней мерзлоте, что свойственно также огромным пространствам в таежной зоне азиатской России. Мерзлота сокращает возможность подземного стока и консервирует грунты. При этом однако велика опасность термоэрозии при поступлении избыточного количества тепла по антропогенным или естественным причинам. Лес в мерзлотных районах выступает в качестве регулятора не столько стока, сколько теплового режима почвогрунтов. В безлесных тундровых и лесотундровых районах ведущая роль в регулировании теплового режима почвогрунтов переходит к мохово-лишайниковому покрову.

Задача выделения районов, отражающих разнообразие региональных типов зависимости эрозионной опасности от лесистости и возможности реализации противоэрозионной экосистемной услуги лесов, требует учета степени естественной распространенности лесов. Если лесная и тундровая зона в этом отношении не требуют особых комментариев, то в лесостепной и степной зоне, необходимо принимать во внимание различия природы европейской и азиатской частей по «приживаемости» лесных насаждений. Это особенно ярко проявилось в ходе выполнения программы полезащитного лесоразведения. Для степной зоны европейской части всегда были характерны байрачные дубравы как хотя и редкий (по занимаемой площади), но характерный элемент ландшафта. В азиатской же части зоны подобные лесные сообщества нетипичны в силу меньшей расчлененности рельефа, меньшей распространенности эрозионных форм с теневыми склонами и разгрузками грунтовых вод, засоленности почв, меньшего количества осадков. Следовательно, возможности использования лесной растительности для регулирования эрозии и дефляции в азиатских степях более ограничены.

Для регионально-специфичных оценок противоэрозионной экосистемной услуги лесов основой могут служить различные виды почвенно-эрзационного районирования. Например, почвенно-эрзационное районирование, выполненное ВНИИ защиты почв от эрозии (Научно-технический..., 1976) учитывает годовое количество и суточный максимум осадков, распределение осадков по сезонам и месяцам, интенсивность ливневых осадков запас воды в снеге, крутизну склонов, расчлененность, глубину местных базисов эрозии, распределение земель по типам почв, механический состав, эродированность почв, распаханность и лесистость, характер травяного покрова лугов и пастбищ, соотношение видов угодий, структура посевных площадей (Данилов и др., 1983).

Выделено 8 почвенно-эрзационных округов, 38 провинций, отличающиеся по характеру эрозии.

Регион А. Термокарстовая эрозия и эрозия от талых вод.

Регион Б. Эрозия от талых вод. Европейские провинции дерново-подзолистых почв с умеренно-континентальным климатом.

Регион В. Эрозия от талых вод и частично ливневых вод и частично дефляция. Западная Сибирь (центр и юг) и Северный Казахстан.

Регион Г. Эрозия водная на горной территории

Регион Д. Преобладание дефляции. Преимущественно азиатские степи. Учитывается увлажнение, опесчаненность почв, наличие лёссовых грунтов, карбонатность почв, лесистость, термические условия теплого периода, повторяемость засух и ветров.

Регион Е. Водная эрозия и дефляция. Южная Украина, север Северного Кавказа, часть Поволжья и Урала.

Регион Ж. Эрозия от талых и ливневых вод. Лесостепь

Регион З. Водная эрозия и дефляция. Камчатка, Сахалин, юг Дальнего Востока.

Ниже в таблице 4.3.2.1 приводится классификация субъектов РФ для приблизительных оценок их вкладов в противоэрзационные, противодефляционные, почвозащитные экосистемные услуги лесных экосистем. В ее основу положены расчеты А.Г. Исаченко (2011) о принадлежности субъектов Федерации к ландшафтным зонам и подзонам.

Таблица 4.3.2.1. Классификация субъектов РФ для предварительных оценок их вкладов в противоэрозионные, противодефляционные, почвозащитные экосистемные услуги лесных экосистем

Преобладающие зональные типы ландшафтов	Особенности противоэрозионной роли лесов	Субъекты с преобладанием горных ландшафтов с повышенной противоэрозионной ролью лесов	Субъекты с сочетанием горных и равнинных ландшафтов с повышенной противоэрозионной ролью лесов	Субъекты с преобладанием равнинных ландшафтов		
				Возвышенные, с повышенной противоэрозионной лесов	Низменные	Возвышенные и низменные
Тундровые и лесотундровые с мерзлотой	Эрозия ослаблена мерзлотой. Возможна термоэрзия. Леса местами выполняют теплорегулирующую роль.		Таймырский Корякский		Ненецкий АО	
Тундровые, лесотундровые и таежные с мерзлотой	Эрозия ослаблена мерзлотой. Возможна термоэрзия. Леса местами выполняют теплорегулирующую роль.	Магаданская	Коми Мурманская Чукотский		Ямало-Ненецкий	
Северотаежные и средннетаежные	Высокая степень закрепленности почв лесной растительностью. Преобладает талый сток. Противоэрозионная роль проявляется в агроландшафтах.		Якутия	Карелия Эвенкийский	Архангельская	
в том числе с большой площадью плотных кристаллических пород	Подземный сток увеличенный. Противоэрозионная роль малозначима.			Карелия		
в том числе с мерзлотой	Эрозия ослаблена мерзлотой. Возможна термоэрзия. Леса местами выполняют теплорегулирующую роль.		Якутия	Эвенкийский		
Средннетаежные и южнотаежные	Преобладает талый сток. Высокая степень закрепленности почв лесной растительностью. Противоэрозионная роль возрастает в агроландшафтах	Камчатский Сахалинская Хабаровский	Пермский Амурская Иркутская Свердловская	Красноярский	Ханты-Мансийский Томская	Вологодская
в том числе с мерзлотой	Эрозия ослаблена мерзлотой. Возможна термоэрзия. Леса местами выполняют теплорегулирующую роль.	Камчатский Сахалинская Хабаровский	Амурская Иркутская	Красноярский		
Южнотаежные	Преобладает талый сток. Высокая степень закрепленности почв лесной растительностью. Противоэрозионная роль возрастает в агроландшафтах				Тюменская	Костромская Ленинградская Кировская
в том числе с большой площадью эрозионноопасных лесовидных суглинков	Противоэрозионная роль приоритетна в агроландшафтах				Тюменская	Костромская
Смешанные и лиственные	Преобладает талый сток. Высокая степень		Приморский	Смоленская	Ярославская	Тверская

леса	закрепленности почв лесной растительностью. Противоэрозионная роль возрастает в агроландшафтах		Еврейская	Калужская Тульская	Новгородская Калининградская Владимирская Ивановская Марий-Эл Брянская Рязанская Нижегородская	Московская Псковская Удмуртия Чувашия Мордовия Татарстан
в том числе с большой площадью песчаных пород	Подземный сток увеличенный. Противоэрозионная роль ослаблена.				Владимирская (юг) Брянская Рязанская (север) Нижегородская (север)	Московская (юго-восток)
в том числе с большой площадью эрозионноопасных лесовидных суглинков	Противоэрозионная роль приоритетна в агроландшафтах			Калужская Тульская	Ярославская Владимирская (запад) Рязанская (запад)	Московская (юго-запад)
Лесостепи и лиственные леса	Повыщена доля ливневого стока		Башкортостан Кемеровская	Орловская Пензенская Курская Ульяновская	Тамбовская Курганская Омская	Липецкая Новосибирская
в том числе с большой площадью эрозионноопасных лесовидных суглинков	Противоэрозионная роль приоритетна в агроландшафтах			Орловская	Курганская Омская	Новосибирская
в том числе в континентальных секторах	Повыщена противодефляционная роль		Кемеровская		Курганская Омская	Новосибирская
Лесостепи и степи	Большой вклад ливневой эрозии		Челябинская Алтайский	Белгородская		Воронежская Самарская
в том числе с большой площадью эрозионноопасных лесовидных суглинков	Противоэрозионная роль приоритетна в агроландшафтах		Алтайский	Белгородская		Воронежская
в том числе в континентальных секторах	Повыщена противодефляционная роль		Челябинская Алтайский			
Степи	Большой вклад ливневой эрозии		Северная Осетия Краснодарский Ставропольский Адыгейя Кабардино-Балкарская Карачаево-Черкесская Дагестан Чеченская	Ингушетия	Ростовская	Оренбургская Саратовская Волгоградская

в том числе с большой площадью эрозионноопасных лесовидных суглинков	Противоэрзационная роль приоритетна в агроландшафтах		Ставропольский		Ростовская	Саратовская Волгоградская
Горные: степные, лиственные, хвойные, луговые	Противоэрзационная роль приоритетна		Северная Осетия Краснодарский Адыгея Кабардино-Балкарская Карачаево-Черкесская Дагестан Чеченская			
Полупустыни и пустыни	Противоэрзационная роль ослаблена. Противодефляционная роль повышена. Условия лесоразведения неблагоприятные				Астраханская Калмыкия	
Горные: тундровые, таежные, лиственные, лесостепные, степные	Противоэрзационная роль приоритетна	Алтай Хакасия Тыва Бурятия Забайкальский				
в том числе с мерзлотой	Эрозия ослаблена мерзлотой. Возможна термоэрзия. Леса местами выполняют теплорегулирующую роль.	Алтай Хакасия Тыва Бурятия Забайкальский				

Внутрирегиональное районирование

Эрозионно-русловые системы функционируют в пределах водосборных бассейнов и состоят из частных подсистем (Чалов и др., 2008): 1) эрозионно-склоновой, в которой действуют нерусловые временные потоки на склонах, осуществляющие эрозию почв; 2) овражно-балочной, соответствующей деятельности временных водотоков, сконцентрированных в линейных эрозионных и других формах, на склонах и осуществляющих овражную эрозию; 3) речную, в которой действуют постоянные потоки, транспортирующие наносы, поступившие со склонов и из овражно-балочной сети; 4) устьевую. Регулирующая и поддерживающая экосистемные услуги лесных насаждений реализуются, главным образом, в первых двух подсистемах. В связи с этим есть необходимость различать лесистость водосборных бассейнов в целом и лесистость заключенных в них овражно-балочных систем. Значимость этих показателей различается по регионам. При преобладании пересеченного рельефа, большой доли склоновых поверхностей и сокращенной доле плоских водораздельных поверхностей в бассейне, принципиальное значение имеет общая лесистость бассейна и характер расположения лесов в бассейне по отношению к эрозионным формам. В низменных регионах с преобладанием плоского рельефа эрозионные процессы сосредоточены в относительно узких придолинных полосах, в связи с чем основное внимание уделяется лесистости овражно-балочных систем.

Практика защитного лесоразведения в России и бывшем СССР показала необходимость различия следующих видов лесных насаждений в составе противоэрозионных комплексов (Защитное..., 1986) со специфическими регулирующими, поддерживающими и обеспечивающими экосистемными услугами:

1) Полезащитные водорегулирующие лесные полосы, создаваемые на склонах крутизной более 1,5—2°, а в районах интенсивного проявления водной эрозии — более 1°. Их проектируют для регулирования ветрового, теплового и водного режима на склонах крутизной до 8—10°.

2) Прибалочные лесные полосы вдоль обеих бровок суходольного звена гидрографической сети, а при невыраженной бровке — на участке склона крутизной 8—10°. Назначение таких полос заключается в снегораспределении на прилегающих полях, предотвращении сноса снега в балку, поглощении остаточного жидкого и твердого стока с полей, мелиоративном влиянии на прилегающие угодья.

3) Приовражные лесные полосы вдоль бровок крупных оврагов, непосредственно у бровки. Они регулируют снегоотложение на прилагающих полях, поглощают сток с полей, снижают скорость роста оврагов в ширину.

4) Водорегулирующие береговые лесные полосы на относительно пологих и длинных берегах балок с целью снижения эрозионных процессов, мелиоративного влияния на травостой лугопастбищных угодий.

5) Береговые лесные насаждения в балках на непригодных для сельскохозяйственного использования участках. Их назначение — предотвращение эрозионных процессов, восстановление плодородия смытых почв. Одновременно такие массивы используют в хозяйстве, они могут служить резерватом диких животных, местом отдыха людей.

6) Насаждения - илофильтры по днищам оврагов и балок для кольматации твердого стока, смыываемого с полей и недопущения попадания его в водоемы.

7) Лесные насаждения по дну и откосам оврагов для их закрепления, создания местообитаний диких животных.

8) Лесные насаждения вдоль рек, вокруг прудов и водоемов, сокращающие их заиление, непродуктивное испарение с водной поверхности, уменьшающие разрушение плотин и берегов от волнобоя.

Поскольку противоэрозионные лесные насаждения в зонах дефицитного увлажнения имеют смысл лишь в определенных позициях рельефа, проводились отдельны расчеты оптимальной залесенности для приводораздельных склонов (где начинает формироваться сток и зарождается плоскостная и линейная эрозия) и овражно-балочных систем. Г.А. Харитоновым (1963), исходя из расчетов поглощения влаги, разработаны предложения по выделению из пахотных угодий площадей под лесопосадки в районах Среднерусской

возвышенности на приводораздельных склонах: при сильно всхолмленном рельефе 2-10 %, среднехолмистом 1,5-7 %, слабохолмистом 1-5 %. В степной зоне оптимальная площадь лесных полос на склонах составляет 8,3% (5,1-9,7%). При разной крутизне склона она составляет: 2-6° — 3-5%; 6-10° — 10%; выше 10° — 15%. Узкие полезащитные полосы могут занимать в лесостепных районах 2,0-2,5 %, в степных 3-4 %. При пересеченном рельефе местности (приовражные и прибалочные лесные насаждения) — 7-8 % присетевого фонда. (Балакай, 2010; Агролесомелиоративное..., 1999). Для лесомелиорации пахотных склонов в зоне смешанных лесов с водопроницаемой подпочвой даны дифференцированные оценки оптимальной лесистости в зависимости от преобладающих уклонов и механического состава почв: при склонах крутизной 2-6° на супесчаных почвах 3-6%, на суглинистых 4-8%. На склонах крутизной 6—12° этот показатель составляет 5 и 10% соответственно. Иначе говоря, чем более тяжелый механический состав почв, тем большая облесенность востребована в целях защиты от эрозии. На участках с водонепроницаемой подпочвой эти показатели на 10—15% выше. Для выпасных угодий в балках со смытыми почвами на склонах крутизной 12—21° оптимальная лесистость составит 8-16 % (Защитное..., 1986).

Установлена оптимальная лесистость балок, при которой эрозионные процессы не превышают допустимых величин, а площадь используется наиболее рационально. По исследованиям Н.П. Калиниченко, на Среднерусской возвышенности коэффициент плотности (шт/кв.км) оврагов при облесенности овражно-балочных систем 60 % - 5,3, 50 % - 7,7, 40 % - 8,2, 30 % - 11,8, 20 % - 13,2, 10 % - 15,8, 0 % - 19,2. Таким образом, в лесостепной зоне для Среднерусской возвышенности оптимальной лесистостью балок считается 40% с колебаниями от 8 до 92%, в зависимости от состояния эрозионных процессов (Воробьев, 1977). Лесистость непосредственно овражно-балочных систем должна составлять: при очень слабой пораженности 9 %, при слабой — 15 %, при средней — 35 %, при сильной — 60 %, при очень сильной — 86 % (Воробьев, 1977). В.М. Ивонин (2011) считает, что в степной зоне защитная лесистость балочного водосборов, включая прибалочные лесные полосы должна составлять — не менее 6-10 %; залуженность — 10-20 % площади. Для балочной подсистемы (исключая прибалочные, лесные полосы) облесенность должна быть не менее 30-40 % площади балки, залуженность — от 40 до 60 %. Оптимальная лесистость балок в сухостепных районах лежит в пределах 10-15 %. Законченные системы полосных лесных насаждений в балках Нижнего Поволжья, занимая 11-20 % площади способны эффективно защитить 38 % площади водосбора и 87 % площади самой балки (Агролесомелиорация..., 1991). Таким образом, при необходимости дробного (внутрирегионального) районирования внутри ландшафтных зон существует необходимость учитывать, как минимум, расчлененность рельефа, преобладающие уклоны (как факторы формирования поверхностного стока) и механический состав грунтов (как фактор формирования подземного стока, снижающего эрозионную опасность). Этим целям соответствует геоморфологическое районирование и согласованное с ним физико-географическое районирование.

4.3.3. Подходы к районированию на примере услуг по регулированию гидросферы

Основная трудность в оценке водорегулирующей роли лесов состоит в том, что большинство показателей потребления услуги рассчитывается для административных единиц, а показатели стока — для речных бассейнов, границы которых почти никогда не совпадают полностью с административными. В связи с этим возникает необходимость изучения вопроса, в какой степени субъекты РФ могут быть классифицированы по физико-географическим условиям формирования стока и вкладу в регулирования стока в пределах речных и озерных бассейнов, размеры которых превышают размер субъекта РФ.

Для формулирования предложений по районированию необходимо иметь представление о физико-географических и ландшафтных факторах, которые способны влиять на сток, исказить чистый вклад лесистости, обусловливать разнообразие типов зависимости стока от лесистости. Огромное количество видов районирования по природным признакам так или иначе способны адекватно отразить территориальные различия зависимости стока от лесистости: физико-географическое, климатическое, гидрологическое, геоморфологическое,

агроприродное, лесохозяйственное и другие. Почти все они отражены во II томе Национального Атласа России (2007). Однако условие необходимой привязки количественной оценки экосистемных услуг к административным границам требует провести ряд специальных классификаций субъектов РФ, позволяющих адаптировать природное районирование к административному, что и предлагается ниже.

Природные факторы, определяющие тип зависимости стока от лесистости, делятся на глобальные, к которым относятся ландшафтная зональность и степень континентальности климата, и регионально-локальные, которые способны искажать основной тип зависимости в зависимости от местных геолого-геоморфологических условий или сукцессионных характеристик лесной экосистемы.

Первостепенное значение зональных и секторных различий подчеркивается всеми авторами. Вклад лесной растительности в регулирование стока неодинаков в лесной, лесостепной и степной природных зонах. Как правило, в степной зоне с дефицитным увлажнением лесистость более значима для годового режима и объема стока, чем в лесостепной и лесной. Водорегулирующая роль леса проявляется, прежде всего, через рост просачивания атмосферной влаги в грунтовые и подземные воды и сокращение поверхностного стока, который в регионах дефицитного увлажнения может быть сведен лесными экосистемами к нулю. Во многом это связано с глубиной проникновения корневых систем: чем более поверхностная корневая система (в еловых и пихтовых лесах, в регионах с высоким уровнем стояния грунтовых вод, в мерзлотных регионах), тем слабее водорегулирующая роль леса. Сразу стоит отметить, что большинство субъектов Федерации, к которым требуется привязать оценки экосистемных услуг, нельзя отнести к одной ландшафтной зоне или подзоне; многие включают как горные, так и равнинные территории.

Особенности снегонакопления и переноса снеговой влаги диктуют при выборе способа районирования необходимость различать умеренно-континентальные и континентальные сектора страны, а также регионы с муссонным и морским климатом. Установлено, что в регионах с континентальным климатом Сибири сильнее выражен метелевый перенос более сухого (по сравнению с европейской частью) снега, который сильнее задерживается лесными массивами, реже оттепели, сильнее происходит потеря влаги за счет испарения снега (Лебедев, 1964). Поэтому леса (особенно в лесостепных и степных регионах) сильнее накапливают снег по сравнению с безлесными территориями. Накопленный лесными массивами снег весной формирует под лесами подземный сток, впоследствии обеспечивающий устойчивое подземное питание рек в засушливый летний меженный период. Таким образом, вклад лесистости в регулирование стока в континентальный секторах может возрастать, по сравнению с приморскими и умеренно-континентальными секторами.

На фоне различий между природными зонами в качестве факторов более низкого (регионального) порядка выступают рельеф и механический состав грунтов. Особенно большое значение при зонировании имеет необходимость разделять горные и равнинные территории а в пределах последних – возвышенные и низменные. Минимально необходимая лесистость контролируется густотой расчленения рельефа, особенно в степной и лесостепной зонах: чем глубже и гуще расчленение, тем больше величина необходимой лесистости (Молчанов, 1973). Для горных регионов в разных частях страны всегда называется более высокое значение оптимальной лесистости, по сравнению с равнинными. В бассейнах с высокой долей песчаных отложений водорегулирующая функция менее выражена, чем в бассейнах с преобладанием суглинков и глин (Воронков, 1988). Этим фактом обусловлена необходимость различать в районах, выделенных по зональному принципу, территории с разным генезисом морфолитогенной основы. В частности, моренные суглинистые и водноледниковые песчаные равнины, широко распространенные в европейской части и Западной Сибири, будут различаться по вкладу лесистости в регулирование стока. В горных регионах при сильной водопроницаемости трещиноватых скальных пород водорегулирующая роль леса также снижается, т.к. и без его участия просачивание влаги в подземные воды обеспечено. С генезисом ландшафта связаны и такие важные факторы регулирования стока как заболоченность и заозеренность. При

заболоченности до 20 %, влияние болот на сток не сказывается, при большей заболоченности сток падает. Повышение заболоченности и заозеренности бассейнов способствует выравниванию годового стока (Побединский, 1979).

При исследованиях степени зависимости устойчивости стока от размеров водосборных бассейнов установлено, что водорегулирующие функции леса сильнее проявляются на реках с малыми водосборами, чем с большими. Однако отмечено, что влияние лесистости на увеличение длительности половодья проявляется в основном в больших бассейнах типа Мологи, Унжи, Костромы (Рахманов, 1975).

Существенные корректиры в перечисленные выше закономерности вносят фитоценотические особенности лесных экосистем и их сукцессионное состояние. На водорегулирующие функции леса оказывает влияние соотношение хвойных и лиственных пород, пород с разной глубиной проникновения корней. Почвы под лиственными и смешанными лесами способны в большей степени задерживать влагу и снижать поверхностный сток, чем под хвойными. Смешанные древостои более оптимальны для регулирования стока, чем однородные. Суммарный сток максимальен в лиственных лесах, средний в смешанных, минимальный в хвойных (Побединский, 1979; Воронков, 1988). В хвойных породах сток снижается за счет большого испарения с крон. Водорегулирующие и водоохраные функции леса меняются в ходе прохождения стадий восстановительной сукцессии и зависят от возраста лесного массива и соотношения возрастных групп в бассейне. Считается, что водорегулирующей функцией не обладают молодняки в возрасте до 10-15 (при некоторых условиях до 20-30) лет. Максимальное испарение и сокращение стока свойственно лиственным лесам 30-50 лет. Лиственные леса раньше начинают выполнять гидрологическую роль, которая в меньшей степени зависит от возраста, по сравнению с хвойными лесами (Крестовский, 1986; Воронков, 1988). Введено понятие гидрологической спелости – максимальный возраст, при котором лес выполняет водоохранную функцию (для большинства пород 100-120 лет). Многие исследователи считают, что водорегулирующая функция коррелирует с продуктивностью древостоев. По некоторым мнениям (в том числе оспариваемым) повышение продуктивности способствует росту испарения и снижению стока. Среди узколокальных факторов, оказывающих воздействие на сток, называют пространственную структуру древостоев: питание грунтовых вод оптимизируется при наличии лесных полян, при снижении сомкнутости крон до 0,5-0,6.

Итак, в целях районирования для оценки экосистемных водоохраных и водорегулирующих услуг лесных экосистем необходимо разделять территории, различные по следующим показателям:

- положение в ландшафтной зоне, как минимум – северная и средняя тайга, южная тайга, смешанные и широколиственные леса, лесостепь, степь;
- положение в секторе умеренно-континентального (европейская часть), континентального (Сибирь), муссонного (Дальний Восток) климата;
- принадлежность к горным или равнинным районам;
- принадлежность к возвышенным сильно расчлененным физико-географическим провинциям (например, Среднерусская – Орловская, Курская, Белгородская обл.) или низменным слаборасчлененным (например, Окско-Донская – Воронежская, Липецкая, Тамбовская обл.);
- преобладание хвойных (например, Карелия) или лиственных (в том числе во вторичных лесах – например, Ленинградская обл.) древесных пород;
- преобладание старовозрастных или молодых лесов;
- преобладание суглинистых (моренные, лёссовые, пластовые, озёрные, морские равнины – например, север Владимирской обл., Орловская обл.) или песчаных (водноледниковые, древнеаллювиальные равнины – например юг Владимирской обл.) грунтов;
- наличие в речных бассейнах карстующихся пород (например, пластовые равнины Заволжья и Предуралья).

В заключение отметим, что предложения по районированию для оценки «услуг» лесных экосистем по регулированию речного стока можно в первом приближении применять

одновременно для оценки услуг по снижению интенсивности наводнений и ущерба от них и по обеспечению качества воды наземными экосистемами. Это связано с решающим вкладом лесных экосистем в увеличение подземного стока в паводковые периоды, поддержку за счет этого относительно высоких меженных уровней, снижение максимальных разрушительных расходов в половодье. Рост фильтрации атмосферных осадков под лесными экосистемами благоприятен для снижения поверхностного стока и, следовательно, эрозии почв и смыва загрязняющих веществ в водоемы. Наличие геохимических барьеров в почвах и грунтах благоприятствует осаждению загрязняющих веществ и улучшению качества грунтовых вод. В конечном итоге это способствует росту качества вод, используемых в питьевых и хозяйственных целях, как из поверхностных, так и из подземных источников.

В целях координации административного подразделения России и природного районирования предлагается следующая классификация субъектов РФ для приблизительных оценок их вкладов в водоохранные и водорегулирующие экосистемные услуги лесных экосистем (табл. 4.3.3.1). В ее основу положены расчеты А.Г.Исаченко (2011) о принадлежности субъектов Федерации к ландшафтным зонам и подзонам.

Таблица 4.3.3.1. Классификация субъектов РФ для приблизительных оценок их вкладов в водоохраные и водорегулирующие экосистемные услуги лесных экосистем

Преобладающие зональные типы ландшафтов	Особенности водорегулирующей роли лесов	Оценки оптимальной лесистости	Субъекты с преобладанием горных ландшафтов с повышенной водорегулирующей ролью лесов	Субъекты с сочетанием горных и равнинных ландшафтов с повышенной водорегулирующей ролью лесов	Субъекты с преобладанием равнинных ландшафтов		
					Возвышенные, с повышенной водорегулирующей ролью лесов	Низменные	Возвышенные и низменные
Тундровые и лесотундровые с мерзлотой	Подземный сток ослаблен мерзлотой. Корневая система поверхностная. Водорегулирующая роль ослаблена			Таймырский Корякский		Ненецкий АО	
Тундровые, лесотундровые и таежные с мерзлотой	То же		Магаданская	Коми Мурманская Чукотский		Ямало-Ненецкий	
Северотаежные и среднетаежные	Корневая система поверхностная. Водорегулирующая роль ослаблена	40-50 100 25-30 (сток)		Якутия	Карелия Эвенкийский	Архангельская	
в том числе с большой площадью трещиноватых, песчаных или карстующихся пород	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.				Карелия		
в том числе с мерзлотой	Подземный сток ослаблен мерзлотой. Корневая система поверхностная. Водорегулирующая роль ослаблена			Якутия	Эвенкийский		
Среднетаежные и южнотаежные		50-60 (горы)	Камчатский Сахалинская Хабаровский	Пермский Амурская Иркутская Свердловская	Красноярский	Ханты-Мансийский Томская	Вологодская
в том числе с большой площадью трещиноватых, песчаных или карстующихся пород	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.	40-50	Камчатский Сахалинская Хабаровский	Пермский Амурская Иркутская Свердловская	Красноярский	Ханты-Мансийский	Вологодская

в том числе с мерзлотой	Подземный сток ослаблен мерзлотой. Корневая система поверхностная. Водорегулирующая роль ослаблена		Камчатский Сахалинская Хабаровский	Амурская Иркутская	Красноярский		
Южнотаежные		50				Тюменская	Костромская Ленинградская Кировская
в том числе с большой площадью трещиноватых, песчаных или карстующихся пород	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.						Костромская Ленинградская
Смешанные и лиственные леса	Суммарный сток повышен, поверхностный сток понижен по сравнению с хвойными.	30-40 100 80 (горы) 60-70 (горы)		Приморский Еврейская	Смоленская Калужская Тульская	Ярославская Новгородская Калининградская Владимирская Ивановская Марий-Эл Брянская Рязанская Нижегородская	Тверская Московская Псковская Удмуртия Чувашия Мордовия Татарстан
в том числе с большой площадью трещиноватых, песчаных или карстующихся пород	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.					Владимирская Брянская Рязанская Нижегородская	Татарстан Московская Мордовия
Лесостепи и лиственные леса				Башкортостан Кемеровская	Орловская Пензенская Курская Ульяновская	Тамбовская Курганская Омская	Липецкая Новосибирская
в том числе с большой площадью трещиноватых, песчаных или карстующихся пород	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.			Башкортостан			
в том числе в континентальных секторах	Вклад лесистости в рост осадков повышен			Кемеровская		Курганская Омская	Новосибирская
Лесостепи и степи	Поверхностный сток минимален. Вклад в формирование подземного стока максимален.	19-24 20-25		Челябинская Алтайский	Белгородская		Воронежская Самарская
в том числе с большой площадью трещиноватых, песчаных или	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.			Челябинская Алтайский	Белгородская		Воронежская Самарская

карстующихся пород							
в том числе в континентальных секторах	Вклад лесистости в рост осадков повышен	Более 30		Челябинская Алтайский			
Степи	Поверхностный сток минимален. Вклад в формирование подземного стока максимален.	16-19 10-15		Северная Осетия Краснодарский Адыгея Кабардино- Балкарская Карачаево- Черкесская Дагестан Чеченская	Ингушетия	Ростовская	Оренбургская Саратовская Волгоградская
Степные, лиственные, хвойные, луговые	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.	75-90 (горы)		Северная Осетия Краснодарский Адыгея Кабардино- Балкарская Карачаево- Черкесская Дагестан Чеченская			
Полупустыни и пустыни						Астраханская Калмыкия	
Тундровые, таежные, лиственные, лесостепные, степные			Алтай Хакасия Тыва Бурятия Забайкальский				
в том числе с большой площадью трещиноватых, песчаных или карстующихся пород	Подземный сток увеличенный. Водорегулирующая роль ослаблена.	60-90	Алтай Хакасия Тыва Бурятия Забайкальский				
в том числе с мерзлотой	Подземный сток ослаблен мерзлотой. Корневая система поверхностная. Водорегулирующая роль ослаблена		Алтай Хакасия Тыва Бурятия Забайкальский				

4.3.4. Подходы к районированию на примере услуг по формированию природных условий для туризма: пример районирования на основе балльных оценок

В данном разделе представлены материалы исследования «Туристское природопользование, экологический императив и перспективы России» (Басанец, Дроздов, 2006).

Балльные оценки объема предоставленных экосистемами и потребляемых людьми услуг или трех блоков эколого-туристского потенциала субъектов Федерации (раздел 3.4.2) служат для их объединения в районы, однородные по структуре потенциала, поскольку именно анализ его структуры позволяет выявить характерные черты регионов.

Имея в виду, что интегральная оценка потенциала для каждого блока выражается величиной от одного до пяти баллов, можно представить девять основных сочетаний этих оценок как комбинации из оценок трех блоков (Табл.4.3.4.1).

Таблица 4.3.4.1. Возможные контрастные типы структуры потенциала

Оценка Тип	Оценка природного блока	Оценка соц.- экономического блока	Оценка инфраструктурного блока
А	1	1	1
Б	5	1	1
В	1	5	1
Г	1	1	5
Д	5	5	1
Е	1	5	5
Ж	5	5	5
З	5	1	5
И	3	3	3

Для всех регионов была определена реальная структура их потенциала и затем рассчитаны евклидовы расстояния до обозначенных выше «эталонных» типов структуры, показывающие к какому эталону реальные регионы расположены наиболее близко. 69 регионов четко попали в один из пяти типов (А, Б, В, Д, И). Типы Г, Е, Ж и З не встретились и были исключены из дальнейшего анализа. Затем были рассчитаны средние оценки блоков для каждой из пяти групп А, Б, В, Д, И. После этого были вновь рассчитаны евклидовы расстояния конкретных индивидуальных оценок оставшихся 18 регионов уже до названных пяти типов регионов. Это позволило отнести к одной из пяти групп еще 12 регионов. Из 4-х оставшихся регионов Московская область была выделена в отдельный тип. Для последних трех регионов процедура осреднения оценок по типам и вычисления евклидовых расстояний была повторена. После этого они были уже однозначно причислены к одному из типов.

Таким образом, все регионы оказываются распределены между 6-ю типами: в тип А попали 4, в тип Б попали 29, в тип В попали 7, в тип Д попали 4, в тип И попали 42 региона (это самый многочисленный тип) и один регион (Московская область) попал в тип К. При дальнейшем анализе регионы группы Б были разделены на две подгруппы, а регионы группы И – на 3. Ниже представлены средние оценки блоков в группах (типах и подтипах) регионов.

Характерные примеры регионов всех основных выявленных типов таковы.

Тип А. Регионы этого типа характеризуются низкими оценками по всем трем блокам экотуристского потенциала, как, например, республика Калмыкия.

Тип Б. Этот тип характеризуется высокими оценками показателей природного блока и низкими оценками второго и третьего блоков. Типичные представители – Камчатская область, республика Алтай.

Тип В. Структура показателей регионов этого типа характеризуется низкими оценками природного блока и блока экотуристской инфраструктуры и относительно благополучной социально-экономической ситуацией, как у Волгоградской области.

Тип Д. Для этого типа характерны хорошие природные предпосылки развития экотуризма и благополучная социально-экономическая ситуация, но низкий уровень развития экотуристской инфраструктуры. К этому типу относится, в частности, Чувашская республика.

Тип И. Данный тип характеризуется средними оценками по всем блокам экотуристского потенциала. Это такие регионы, как Омская, Ленинградская области, республика Марий-Эл.

Тип К. Структура показателей Московской области существенно отличается от структуры показателей вышеперечисленных типов. Она включает среднюю оценку природного блока и максимальные оценки социально-экономического и блока эколого-туристской инфраструктуры. В связи с этим она была выделена в отдельный тип.

Таблица 4.3.4.2. Выявленная структура потенциала в группах регионов

Оценка Тип	Средняя оценка природного блока	Средняя оценка соц.-экономического блока	Средняя оценка инфраструктурного блока
А	2,40	1,80	1,00
Б1	3,00	1,00	1,14
Б2	4,24	1,47	1,24
В	2,20	3,80	1,20
Д	4,25	3,75	1,50
И1	3,00	3,00	1,00
И2	3,21	3,4	2,00
И3	3,06	3,44	3,11
К	3,00	5,00	5,00

Смежные регионы, схожие по структуре потенциала, были объединены в эколого-туристские районы. На всей территории страны выделилось 30 таких районов (рис. 4.3.4.1).

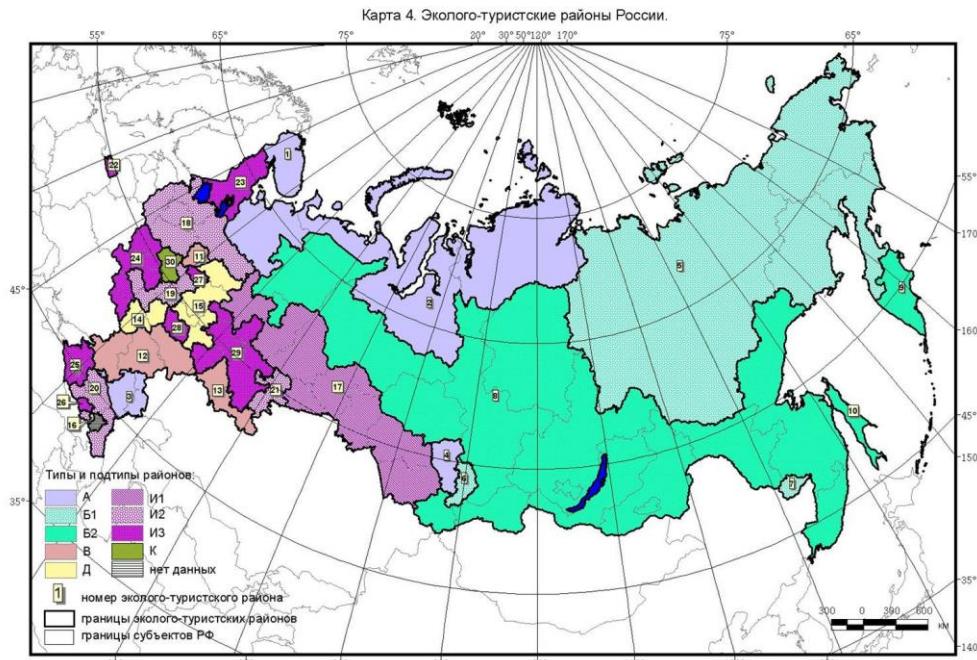


Рис. 4.3.4.1. Эколого-туристские районы России (Басанец, Дроздов, 2006)

Высокая гомогенность структуры потенциала, обширность и простота конфигурации районов, выделенных на сибирских и дальневосточных территориях, связаны с повсеместно одинаково неудовлетворительными характеристиками их социально-экономического блока и весьма низким уровнем развития эколого-туристской инфраструктуры.

Мозаичность европейской части страны (большое количество эколого-туристских районов со сложной конфигурацией и относительно малой площадью) связана с тем, что, несмотря на относительно однородные природные условия, европейские регионы более разнообразны с точки зрения социально-экономических условий и уровня развития инфраструктуры. Так, районы типа В и Д, то есть характеризующиеся относительно высокими величинами социально-экономических показателей, встречаются только здесь. С этим связано и большее разнообразие возможных и уже реализуемых в настоящее время на европейской территории страны форм и видов экологического туризма.

5. Опыт экономической оценки экосистемных функций и биоразнообразия в России

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

Данные экономические исследования были продолжены в ходе реализации самого проекта ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации» (1997-2002). Среди основных экономических задач проекта были:

- выявление экономической ценности биоразнообразия и его компонентов, включая ценность экосистемных услуг;
- обобщение имеющийся в отечественной и зарубежной практике опыта применения экономических механизмов сохранения биоразнообразия;
- поддержка и распространение позитивного опыта, сложившегося в период становления новой экономической политики в области охраны и восстановления живой природы, использования биологических ресурсов;
- создание и внедрение новых экономических механизмов реализации этой политики.

Начало реализации проекта было положено выполнением цикла небольших проектов по 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 были обобщены в специальном издании Проекта ГЭФ (Бобылев и др., 1999).

На объявленный Проектом ГЭФ конкурс о распространении позитивного опыта в сфере применения экономических оценок биоразнообразия для обоснования текущей деятельности по сохранению биоразнообразия 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 ходе реализации 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 функций. При определении ценности биоразнообразия в качестве наиболее перспективного подхода выделялась 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: справочнике «Экономика сохранения биоразнообразия» (Бобылев и др., 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, TEEB, Wetland International (экономическая оценка водно-болотных угодий (2003)), российским отделением Всемирного фонда дикой природы, НПО «Кадастр» (Ярославль) и др. Были сделаны соответствующие публикации в виде брошюр или книг. В частности, можно отметить проекты ПРООН по оценке лососевых на Камчатке (2006) и по экономической оценке экосистемных услуг ООПТ и водно-болотных угодий и перспективным схемам платежей за экосистемные услуги в регионе Нижней Волги (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, Томской области.

Наряду с публикациями, следует также отметить образовательную компоненту проектов по экосистемным услугам. Здесь следует отметить российские конференции TEEB, семинары ГЭФ и т.д.

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).

6. Значение экосистемных услуг для устойчивого развития России и мира

6.1. 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 и охотничьего хозяйств. Для многих регионов страны, на севере Европейской части, в Сибири и на Дальнем Востоке эти сектора составляют существенную долю региональных экономик. То есть, эти регионы во многом зависят от производственных экосистемных услуг. Экосистемные услуги, обеспечивающие продукцию природных пастбищ, рыбный и охотничий промысел, имеют ключевое значение для поддержания традиционного уклада жизни 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 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 обеспечивают возможности развития биотехнологических и экологически безопасных производств в будущем. *Рекреационные* услуги дают возможность полноценного отдыха для людей.

Несмотря на чрезвычайно важное значение российских экосистемных услуг как для страны, так и для всего мира, в России до сих пор не поставлена задача оценки и поддержания важнейших экосистемных услуг. До сих пор в России был наложен учет лишь основных производственных услуг, которые заключаются в производстве древесины, продукции промысловых рыб, морепродуктов, охотничьепромысловых животных. Однако эти услуги рассматриваются как результат функционирования промысловых популяций, а не экосистем. Экосистемные свойства частично учитываются, прежде всего, в рамках проектов «устойчивого лесопользования», специалисты рыбного и охотничьего хозяйства признают важность сохранения местообитаний промысловых животных, но в целом в практике использования биоресурсов экосистемный подход представлен слабо. Средообразующие, информационные и рекреационные услуги до настоящего времени не имеют системной оценки в России. Лишь средообразующая роль лесов частично учитывается в существовании категории охранных лесов.

Как показывают зарубежные и отечественные проекты по оценке экосистемных услуг (Бобылев и др., 2001, 2012; Павлов, Букварева, 2010; Павлов и др., 2009), ценность и важность для человека средообразующих услуг может намного превышать ценность биологической продукции, которую человек измает из природы. Например, оценка общей экономической ценности водно-болотных угодий Дубненского болотного массива ("Журавлинская родина") в Московской области показала, что стоимость прямого использования биологических ресурсов, включающая охоту, рыболовство, сбор даров леса (грибов, ягод, орехов), а также эстетическое и научное использование редких видов, составляет \$3,2-5,0 млн в год. Косвенная стоимость, учитывая лишь часть экосистемных услуг (депонирование углерода, водоочистные функции болот и оздоровительный эффект от рекреации) была оценена в \$7,0-9,4 млн в год, то есть, почти в 2 раза выше прямой стоимости. Международный и российский опыт показывают, что общая ценность лесных экосистем может в 2-4 раза превосходить рыночную цену получаемой из них древесины. 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.

Ценность информационных услуг сопоставима с ценностью производственных услуг. Так, ежегодный мировой оборот лекарств и косметической продукции, полученных из природных

генетических ресурсов, составляет около 100 млрд долларов в год, что равно объемам рынков древесины и морепродуктов (The International Regime for Bioprospecting, 2003) а по данным проекта ТЕЕВ объем мирового рынка генетических ресурсов превышает рынки морепродуктов и древесины. Ежегодный оборот экологического туризма измеряется десятками млрд долларов.

Таким образом, ценность средообразующих, информационных и рекреационных услуг в несколько раз превышает экономическое значение добычи биоресурсов. Учитывая, что лесной сектор России составляет около 1% ВВП, можно оценить **суммарную ценность экосистемных услуг в несколько процентов ВВП**. Эти расчеты подтверждаются оценкой ущерба от пожаров в 2010 г., которые во многом являются результатом утраты водорегулирующих услуг торфяных экосистем на 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 населений - около 2% ВВП (Бобылев и др., 2012) - и это ущерб от деградации одного вида экосистемных услуг на части территории страны за один год.

6.2. Глобальное значение функций Российских экосистем

Россия обладает крупнейшими в мире массивами природных экосистем, в том числе лесов, имеющих особую ценность для поддержания биосферной регуляции (рис. 6.2.1).

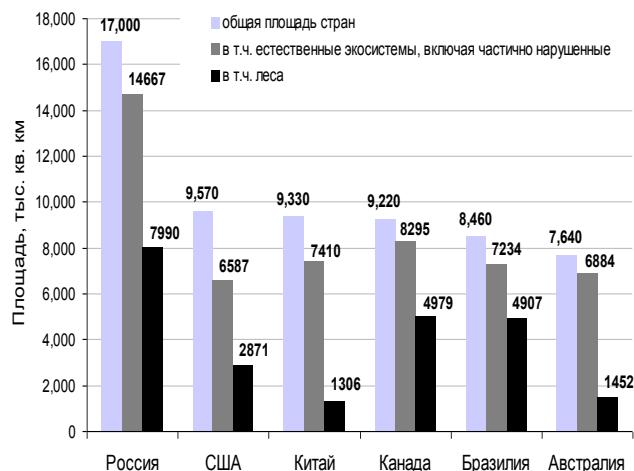


Рисунок 6.2.1. Общая площадь и доля природных экосистем суши в крупнейших странах мира (по данным: Экономика сохранения биоразнообразия..., 2002).

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 Гт - в растительности и 296 Гт - в почвах), что равно 16% от мировых запасов (при том, что площадь России составляет 11% от площади мировой суши). Большая часть запасов находится в почвах, составляя 19,7% от мировых, в то время как запасы углерода в растительности составляют 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 на севере). Однако запасы углерода в почвах российских лесов намного больше, чем в тропиках. Поэтому суммарные запасы углерода в российских лесах являются крупнейшими в мире (рис. 7.2.2). В почвах и фитомассе лесного фонда¹⁹ заключено около 290 Гт С (253-257 Гт С и 33 – 36 Гт С соответственно), в почвах сельскохозяйственных земель – 45 Гт С (Замолодчиков и др., 2005; Sohngen et al., 2005).

¹⁹

Включая леса, нелесные земли и болота

Запас углерода в болотах России по разным оценкам составляет от 113 до 210 Гт (Parish et al., 2008; NEESPI, 2004 a), то есть 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, то есть 65% территории страны. По разным оценкам, в России находится от ½ до 2/3 мировой площади мерзлоты²⁰ (NEESPI, 2004).

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

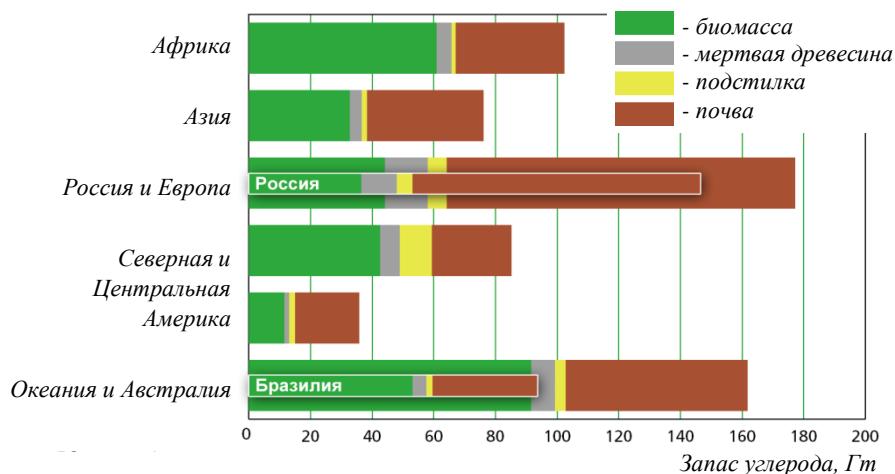


Рис. 6.2.2. Запасы углерода в лесах по регионам мира (по данным Global Forest Resources Assessment, 2005).

Благодаря функционированию природных экосистем территория России является нетто-стоком углерода. Источниками углерода являются только наиболее южные территории (рис. 3). В 1996-2002 гг. суммарная антропогенная и природная ежегодная эмиссия углерода с территории России составляла 3582 Мт, а поглощение углерода в ходе фотосинтеза - 4450 Мт в год, что в итоге давало нетто сток в размере 868 Мт С в год (Заварзин, Кудеяров, 2006)²¹

Леса России являются нетто-стоком углерода, который оценивается от 136²² до 40 МтС в год (большое расхождение оценок вызвано медленным обновлением информации лесного учета) (Замолодчиков и др., 2005; Замолодчиков и др., 2007; Sohngen et al., 2005).

Северное положение российских экосистем определяет чрезвычайную важность их функции аккумуляции углерода. Именно в холодном и влажном климате создаются условия для захоронения углерода. Температурный максимум для деструкции выше, чем для продукции, поэтому в холодных условиях продукция может превышать деструкцию, и избыток биомассы будет захораниваться в долговременных резервуарах. Еще один важный фактор, способствующий подавлению деструкции и захоронению углероды - избыточное увлажнение. Именно в северных условиях создаются такие условия. 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 почве в мире

²⁰ Надо отметить, что многолетняя мерзлота – не только потенциальный источник огромных количеств CO₂ и CH₄, но и важнейший фактор риска техногенных катастроф.

²¹ Эмиссия в 1996-2002 гг.: промышленность - 418 МтС; сельское хозяйство - 40,5 МтС; заготовка древесины и торфа - 20,6 МтС; лесные пожары и постпожарная эмиссия – 24 МтС; гибель леса от вредителей - 2,7 МтС; разложение дебриза – 214 МтС; речной сток углерода – 61,8 МтС; дыхание почвы – 2800 МтС (Заварзин, Кудеяров, 2006)

²² Годичная аккумуляция в фитомассе лесов – 239-238 МтС; эмиссия связанная с рубками в 1990-е- около 65 МтС в год, в 2001 г – 57 МтС; пожарная и послепожарная эмиссия в 1990-е гг. около 20 МтС в год (Sohngen et al., 2005; Замолодчиков и др., 2005)

превышают запасы в растительности в 3-5 раз, а в России – 7,5 раз. Запас в почвах России – пятая часть мировых запасов углерода в почвах, хотя территория России $1/8,5$ территории суши (Заварзин, Кудеяров, 2006).

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

Глобальное значение биогеофизических климаторегулирующих функций российских экосистем определяется большой площадью страны. Как было сказано выше, изменение этой группы экосистемных функций на больших площадях влияет не только на региональный, но и на глобальный климат.

Значение изменений альбедо поверхности наиболее велико 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, которое существенно уменьшает альбедо и увеличением региональных температур, особенно весной. Влияние этой взаимосвязи на климат еще больше усиливается, если данный регион примыкает к океану – в этом случае возникает еще одна положительная связь – между повышением региональных температур на суше и сокращением площади льда на прилежащих акваториях, которое в свою очередь уменьшает альбедо океана. Именно такие условия характерны для российской Арктики, что делает влияние этого региона на климат чрезвычайно сильным.

7. Предварительные предложения по развитию в России системы оценки, мониторинга и интеграции ценности экосистемных услуг в экономику и процесс принятия решений

Оценки экосистемных услуг России, сделанные в Прототипе доклада, несмотря на их предварительный характер, показывают, что **масштаб действия экосистемных услуг соизмерим с потребностями людей, и ряд важнейших жизнеобеспечивающих услуг уже используются человеком полностью или даже чрезмерно**. Оценка таких ключевых средообразующих услуг, как очистка воздуха лесами (3.2.1.3), экосистемное обеспечение стока (3.2.2.1.1), очистка воды наземными и водными экосистемами (3.2.2.2 и 3.2.2.3), показывает, что их предоставленный, необходимый и используемый объемы имеют один порядок величин, то есть, при разумной политике в области природопользования и сохранении природных экосистем они способны полностью удовлетворить потребности людей в чистом воздухе и чистой воде. Однако в ряде регионов антропогенная нагрузка на экосистемы уже превышает их способности по формированию благоприятной среды.

Эти выводы показывают, что задача формирования в России национальной системы учета и мониторинга экосистемных услуг крайне актуальна и важна для дальнейшего развития страны.

7.1. Краткая характеристика современной практики управления экосистемными услугами в России

Во времена Советского Союза экологические проблемы решались в масштабе всей страны, в связи с чем устанавливались преимущественно единые структуры, нормативы и стандарты для всего государства. В настоящее время в жизнедеятельности страны доминируют ситуационные краткосрочные задачи и локальный фактор в силу разобщения организационных, финансовых и контрольных функций, а также в связи с изменением государственных приоритетов. В новой реальности маловероятно, что хозяйствующие субъекты возьмут на себя разработку полноценных критериев качества среды и будут оплачивать меры по эффективной охране и восстановлению нарушенных экосистем. Ранее функционировавшие в области охраны окружающей среды лаборатории исчезли или переменили род деятельности. Круг компетентных специалистов резко ограничился. После возвращения государства в реальную природоохранную деятельность многие элементы управления такой деятельностью необходимо воссоздавать заново.

Понятие «экосистемных услуг» в настоящее время отсутствует в поле государственного регулирования. Однако эксплуатация основных биоресурсов (лес, рыба, охотничьи животные), то есть группа *продукционных* услуг, всегда была объектом строгого государственного регулирования. В постсоветское время механизмы этого регулирования существенно ослабли и доля ННН-промышленства всех видов ресурсов существенно выросла.

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, к настоящему времени расчетная лесосека используется 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. В результате древесина получается слишком дорогой, чтобы быть успешно реализованной на внутреннем или внешнем рынках. В то же время леса в районах с развитой инфраструктурой либо не достигли нужных сортиментных кондиций после предыдущей рубки, либо запрещены к эксплуатации по охранным или защитным показаниям. В результате часто формируется парадоксальная ситуация – крупные деревообрабатывающие или целлюлозно-бумажные комбинаты сталкиваются с дефицитом древесного сырья местного происхождения. В некоторых случаях возникают конфликты, как было, к примеру, в ситуации с ограничением коммерческого лесопользования в бассейне р.

Бикин (Хабаровский край). Но в целом ситуацию по формированию и использованию экосистемной услуги по продукции древесины следует считать позитивной. В 2012 г. Россия заняла первое место (16%) в мировых поставках круглого леса и второе (17%) – пиломатериалов (Торговля лесной продукцией, 2012).

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

В конце XX – начале XXI вв. вследствие непродуманных бюрократических и экономических реформ некогда мощная и перспективная отрасль – охотниче хозяйство – практически утратила самостоятельность. Система управления ею оказалась разрушенной. Полностью потеряна скоординированная заготовительная система, 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.

Охотниче хозяйство России сегодня находится в глубоком кризисе: законодательная база ущербна и не соответствует реалиям; управление отраслью неполноценно; значительная часть высококвалифицированных кадров утрачена и замещена непрофессионалами; финансирование осуществляется по остаточному принципу; практически утрачена 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, и эти ежегодные потери Охотдепартамент РФ оценивает 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.

Охотниче 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» существующей неэффективной системной организации, явно ошибочна, и не приведет к существенному увеличению производственных 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.

Охотниче хозяйство России, по мнению многих специалистов, может успешно развиваться лишь на единой комплексной организационно-правовой основе и только в том случае, если в угодьях 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 рыббалки 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. И, 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 имеет правильную направленность. Однако нет системы независимой экспертизы и общего государственного подхода при решении «конфликта интересов» при комплексной эксплуатации водоемов (гидроэлектроэнергетика 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 является слабый контроль за их применением и выполнением существующего законодательства. Основные проблемы на пути перехода к эффективному и устойчивому управлению экосистемами пресных водоемов РФ состоят в разработке дифференцированного законодательства для разных типов систем и регионов (например, при организации рыболовства анадромных видов, в частности, при эксплуатации «лососевых рек» правила и подходы должны быть иными чем при промысле озерных видов рыб); 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» (утверждённых приказами МПР РФ в 2007 г.), постановлениями Правительства Российской Федерации и приказами Федерального агентства лесного хозяйства. Предприятия, организации, арендаторы и граждане могут производить в установленном порядке заготовку лекарственного сырья (листьев, цветков, плодов, почек, корней, корневищ и клубней травянистых растений и кустарников). Для заготовки и сбора недревесных ресурсов в лесах РФ необходимо наличие проекта освоения лесов (прошедшего государственную экспертизу) и лесной декларации, принятой государственным органом, предоставившим лесной участок.

Что касается *средообразующих* экосистемных услуг, то они практически не учитываются и не регулируются государством, за исключением водозащитных и почвозащитных свойств леса. В Лесном Кодексе РФ в настоящее время выделяются три группы лесов по категориям защитности. В лесах указанных групп могут быть выделены особо защитные участки лесов 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 о запрещении рубок главного пользования на этих участках принимаются территориальными органами федерального органа исполнительной власти в области лесного хозяйства.

Ратификация Россией Киотского протокола привела к возникновению надежд на масштабную реализацию проектов по поглощению углерода посредством лесоуправления в рамках механизма совместного осуществления. Однако этим надеждам не было суждено сбыться, в первую очередь, по причине малого интереса к ним зарубежных инвесторов. Тем не менее, 2 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.

Другие средообразующие услуги в системе государственного управления не учитываются.

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 служит современное состояние системы заповедников России. Сохранение и изучение информации, которая хранится в природных экосистемах, традиционно были приоритетными задачами заповедной системы России. В настоящее время непонимание государственными чиновниками ценности информации, заключенной в ненарушенных природных системах, которые во многих случаях сохраняются только на территории заповедников (площадь которых составляет менее 2% территории страны), привело к формированию концепции развития туризма в заповедниках. Развитие туризма неизбежно ведет к различным нарушениям природных комплексов и тем самым - к утрате информации об их структуре и функциях. Заповедные природные комплексы необходимо оградить от любых нарушающих антропогенных воздействий. Туризм с успехом может развиваться на других формах ООПТ, прежде всего, в национальных парках, а также в буферных зонах заповедников.

В отношении *рекреационных* 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.

Намеченные страной экономические цели на ближайшие 10-20 лет во многом корреспондируют с целями сохранения экосистем, с переходом к зеленой экономике. Это отражается в общей политике использования ресурсов и охраны окружающей среды на перспективу, имеющихся правовых и экономических инструментах. Ее цели в большинстве своем включены в основные концептуальные документы: Концепцию долгосрочного развития страны (2008), Стратегию долгосрочного развития страны («Стратегия 2020») (2012), Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденных Президентом РФ (2012), Программы Министерства природных ресурсов и экологии в области использования природных ресурсов и охраны окружающей среды на 2013-2020 гг. и т.д. Во многих этих документах имеются специальные целевые индикаторы и объемы финансирования на перспективу для экосистем и биоразнообразия.

Среди препятствий для развития *системы экономической оценки* экосистемных услуг можно выделить как объективные, так и субъективные причины. К объективным причинам относится слабая чувствительность традиционной рыночной экономики к экологическим проблемам, что проявляется как в теории, так и на практике. Здесь можно отметить скрытность (латентность) большого количества экологических проблем, традиционный рынок их просто не видит. Современная экономика не может точно определить выгоды, ущербы и цены для экосистемных функций, «оцифровать» и экономически представить экологические проблемы для власти, бизнеса и общества. К числу нерешенных эколого-экономических проблем можно отнести следующие: отсутствие цен на подавляющее большинство экосистемных услуг; недооценка экологических ущербов; диффузия (распыление) выгод; неадекватное отражение фактора времени (близорукость рынка); общественные блага.

Среди субъективных причин для России нужно отметить вторичность экологических проблем в целом для лиц, принимающих решения; ведомственную разобщенность; недостаточность финансирования сохранения экосистем и др.

Состояние системы *экологического мониторинга* в России можно оценить как неудовлетворительное. Наибольшее внимание государственные органы уделяют показателям загрязнения среды, однако система научно-методического обеспечения этой системы, которая работала в отношении водной среды до 2000 года, в настоящее время разрушена. Системы учета биоресурсов находятся в состоянии реформирования и не предоставляют полноценных данных об их состоянии. Остро стоит вопрос о низкой достоверности этих данных. Оценки объема неучтенной добычи биоресурсов (ННН-промышлен) достигают масштабов всего легального промысла.

Вместе с тем, происходит коммерциализация доступа к информации о состоянии среды и природных объектов. Для оценки экосистемных услуг необходим доступ к базам данных, но сейчас такая информация дорого оценивается даже при ее условной полезности. Более того, не всегда ясно, какие конкретно базы на сегодняшний день такими данными располагают и кому они принадлежат.

Государственная система учета лесов в Российской Федерации сфокусирована на учете запасов древесины (измеряемых в м³) в лесах, подразделяемых по категориям назначения (защитные, эксплуатационные, резервные и т. д.), по преобладающим породам, группам возраста и т. д. Вся территория лесов России была охвачена системой государственного учета лесного фонда к началу 1960-х годов. С этого времени государственные учеты проводились раз в 5 лет, причем по итогам учетов выпускались 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 Рослесинфорт) 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 формирования. Предоставление информации лесного реестра ныне является платной услугой, что делает его малодоступным источником информации.

7.2. 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. Использование разных услуг требует разных целей управления в отношении экосистем и популяций. В докладе «Оценка экосистем на пороге тысячелетия» (2005) отмечается, что целенаправленное улучшение одной услуги часто приводит к ухудшению другой. Анализ взаимного влияния эффектов от использования одних экосистемных услуг на качество и стабильность других услуг является одним из ключевых этапов в разработке планов природопользования. В таблице 7.2.1. показаны цели управления при использовании производственных, средообразующих и информационных экосистемных услуг и изменения биоразнообразия, которые соответствуют этим целям.

Таблица 7.2.1. Цели управления при использовании разных экосистемных функций и изменения биоразнообразия при этом.

Функции	Цели управления	Изменения биоразнообразия	Изменения суммарной биомассы сообществ
Производственные	Максимум устойчиво изымаемой биомассы	Снижение разнообразия	Снижение постоянно поддерживаемой биомассы
Средообразующие	Эффективное и устойчивое экосистемное функционирование	Сохранение естественного уровня биоразнообразия	Сохранение естественного уровня биомассы
Информационные	Сохранение и получение информации из природных систем		

При эксплуатации природных биосистем 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 производственной функции цель управления противоречит поддержанию естественных уровней разнообразия, так как требует нарушения природных экосистем. Цель управления – максимизация устойчиво изымаемого урожая. Высокая продуктивность сообществ возможна только 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 в большинстве случаев ценность средообразующих функций многократно превышает все выгоды, которые можно получить, добывая биопродукцию 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 биопродукции из природных экосистем должна быть подчинена приоритету сохранения средообразующих функций. Объемы и формы ресурсной эксплуатации должны ограничиваться требованием сохранения разнообразия и средообразующей функции экосистем, видов и популяций.

Второй вид конфликта целей управления, который возникает при управлении природными экосистемами – одновременное использование рекреационных и информационных услуг на ООПТ. Многие ООПТ, и в первую очередь заповедники, нацелены на сохранение неизмененных человеком природных систем. Заповедные природные комплексы – это хранилища 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. Вторая важная функция ООПТ – развитие экологического и познавательного туризма. Однако рекреационное использование заповедных территорий неизбежно нарушает функционирование природных систем, то есть, входит в противоречие с первой задачей. При возникновении подобных конфликтов целей управления на ООПТ приоритет следует отдавать задаче сохранения ненарушенных природных экосистем, то есть использованию экосистемной услуги хранения информации. Рекреационное использование ООПТ допустимо лишь на тех участках территории и в таком объеме, которое не нарушает заповедные природные комплексы.

7.3. 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. Поэтому их планируется сформулировать в ходе второго этапа проекта томе 2 Прототипа Национального доклада «Значение биологического разнообразия наземных экосистем

России для поддержания экосистемных услуг и принципы национальной системы управления природными системами».

На данном этапе проекта сформулированы лишь следующие общие предварительные требования.

- Учет состояния и возможных изменений биоразнообразия на разных иерархических уровнях как основы выполнения экосистемных функций и услуг. Биологическое разнообразие является важнейшим фактором, определяющим эффективность и стабильность экосистемных функций. определение ценности биологического разнообразия с учетом его иерархического характера, включая ценность внутрипопуляционного, внутривидового и видового разнообразие и их значение для устойчивости природных систем и выполнения экосистемных услуг

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

- Районирование территории России для развития системы оценки, мониторинга и использования экосистемных услуг на основе учета природных и социально-экономических характеристик регионов. Разработки зональных и региональных коэффициентов и приоритетов.

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

Глоссарий

Основные международные термины в области экосистемных услуг²³

- Absorptive, assimilating capacity - абсорбционная, поглощающая способность, емкость окружающей среды** - способность окружающей природной среды ассимилировать (усваивать) отходы хозяйственной деятельности. Когда нагрузка на окружающую среду, вызываемая отходами или выбросами, превышает абсорбционную способность окружающей среды, или когда при экологической ассимиляции снижается качество или количество "товаров" и "услуг", предоставляемых природной средой, тогда ей наносится ущерб. (См. также *environmental assimilative capacity*)
- Adaptation** -адаптация: Приспособление природных и человеческих систем к новым или меняющимся условиям. Существуют различные виды А., такие как предупредительная и реактивная (ответная) А., частная и государственная, автономная и планируемая А.
- Adaptive capacity-** адаптивная способность. Способность институтов, систем, и институтов и отдельных лиц приспособиться к потенциальным угрозам, воспользоваться новыми благоприятными возможностями или решать последствия изменений.
- Adaptive management** – адаптивное, гибкое управление экосистемами Человек не владеет полной информацией и не имеет полного понимания относительно функционирования экосистем. Необходимо использовать любую доступную информацию и привлекать все заинтересованные стороны. адаптивное управление, основная целью адаптивного управления - сохранение структуры и функционирования экосистем .
- Altruistic value** – альтруистическая ценность. Значимость, которую индивиды придают ресурсу для его использования другими в нынешнем поколении, отражающая бескорыстную озабоченность благосостоянием других (озабоченность обеспечением межпоколенного равенства).
- Anthropocentric perspectives – антропоцентрические перспективы.** Взгляд на людей как самое важное звено в цивилизационном процессе.
- Anthropogenic impacts – антропогенное воздействие.** Воздействие деятельности человека на окружающую среду.
- Appropriation – присвоение.** Присвоение некоторых или всех проявляемых и измеряемых ценностей экосистемных услуг с целью обеспечения стимулов для их устойчивого проявления.
- Avoided cost – устранимые расходы:** Издержки, которые пришлось бы понести в отсутствии экосистемных услуг:
- beneficiaries of ecosystem services** – получатели 'экосистемных услуг'
- Benefits – выгоды.** Положительные изменения в благосостоянии при удовлетворении потребностей и нужды в чем-либо.
- Benefits transfer approach – трансфер (перенос) выгод.** Экономическая оценка ценности экологического товара или услуги, при которой полученные значения (независимо от применяемого метода) в одном контексте используются, чтобы оценить ценности в другом контексте.

²³ Глоссарий составлен по следующим источникам:

- Перелет, Р. А. (2006). Экосистемный подход к управлению природопользованием и природоохранной деятельности. Механізм регулювання економіки, 2006, № 1 УДК 33:502/504 (сс. 36-53)
[http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/8840/1/1.2%25D0%25BF%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25D0%25D0%25](http://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream/123456789/8840/1/1.2%25D0%25BF%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25D0%25);
- Перелет, Р.А. (1996). Экономика и окружающая среда. ОЭСР/Гарвардский университет США
- ЮНЕП (2005) Устойчивое использование: дальнейшее укрепление работы, связанной с использованием терминов и с соответствующими документами - UNEP/CBD/SBSTTA/11/17, 29 August 2005
- ЮНЕП (2011) Навстречу «зеленой» экономике: пути к устойчивому развитию и искоренению бедности — обобщающий доклад для представителей властных структур (2011), ЮНЕП, www.unep.org/greenconomy
- ЮНЕП (2005) Устойчивое использование: дальнейшее укрепление работы, связанной с использованием терминов и с соответствующими документами - UNEP/CBD/SBSTTA/11/17, 29 August 2005
- Сохранение биологического разнообразия и устойчивое управление живыми природными ресурсами (2012) http://www.ruschm.ru/files/part/9614_copy_6_appendix.doc
- Dollars and Sense. NATURE, Vol. 437, 29 September 2005, pp. 614- 616;
- Cluis, Corinne (2013). Bioprospecting: A New Western Blockbuster, After the Gold Rush, the Gene Rush. The Science Creative Quarterly(8) (The Science Creative Quarterly (University of British Columbia)).
- Glossary of Terms. TEEB Dictionary (2010) - http://www.teebweb.org/resources/glossary/#tabbed_box_1
- Haines-Young, R. and Potschin, M. (2013): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003 источник www.cices.eu or www.nottingham.ac.uk/cem)
- Increasing Landowner Compensation for Ecosystem Services 2011 http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr842.pdf
- Markandya, A., Perelet, R., Mason, P., Taylor, T. (2014) Dictionary of Environmental Economics. Taylor and Francis <https://itunes.apple.com/gb/book/dictionary-environmental-economics/id557874781?mt=11>
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC
- OECD (1999)- Environmental Goods and Services Industry Manual for the Collection and Analysis of Data, OECD/ Eurostat, 1999 [OECD Manual (1999)].
- OECD (2005) Policy Brief, "Opening Markets for Environmental Goods and Services", September 2005,
- Shepherd, G. (ed.) (2008.); The Ecosystem Approach: Learning from Experience. Gland, Switzerland: IUCN <http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/CEM-003.pdf>
- Worboys et al., (2010) , Connectivity Conservation Management: A Global Guide. Earthscan

Benefits-only approach – оценка ценности только на основе выгод различных альтернатив.

Bequest value –наследуемая, завещательная ценность, 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. Она измеряется посредством метода определения готовности платить за сохранение экосистем (см. *willingness to pay*) для удовлетворения потребностей детей и внуков и других людей последующих поколений. Эта же логика присутствует и в альтернативной (отложенной) ценности для нынешнего поколения (см. *option value*). Значимость, которую люди придают ресурсу, оставляя его для будущих поколений, и которая, тем самым, отражает заботу о равенстве между поколениями.

Biocentric perspectives – биоцентрические перспективы: Признание важности жизни, помимо человеческой.

Biodiversity components – компоненты биоразнообразия. Термин «компонент» не определен в Конвенции о биологическом разнообразии (КБР) и поэтому Секретариат КБР предложил перечень компонентов, который включает: а) генетический материал; б) популяции; с) виды; д) функциональные группы (гильдии типа опылителей) и сообщества; и е) экосистемы и места обитания (например, недифференцированный растительный покров, лес, коралловые рифы, и другие совокупные термины, определяющие другие биотические компоненты экосистем). В Приложении I к Конвенции приведен ориентировочный перечень категорий компонентов биоразнообразия. В соответствии со статьей 7 а), каждая Договаривающаяся Сторона, принимая во внимание настоящий перечень, выявляет компоненты биологического разнообразия, важные для ее сохранения и устойчивого использования. В перечне приводится три категории компонентов: а) экосистемы и места обитания; б) виды и сообщества; и с) геномы и гены.

Biodiversity loss – утрата биоразнообразия, определяется как «долгосрочное или постоянное качественное или количественное сокращение компонентов биоразнообразия и их потенциала для обеспечения товаров и услуг, измеряемых на глобальном, региональном и национальном уровне».

biodiversity offset schemes – компенсационные схемы для сохранения биоразнообразия

Biological control services – услуги биологического контроля (регулирования). Борьба с сельскохозяйственными вредителями биологическими, а не химическими средствами.

Biological diversity (Biodiversity) – биологическое разнообразие (биоразнообразие) – в статье 2 Конвенции по биологическому разнообразию дается следующее определение: «Биологическое разнообразие означает вариабельность живых организмов из всех источников, включая, среди прочего, наземные, морские и иные водные экосистемы и экологические комплексы, частью которых они являются; это понятие включает в себя разнообразие в рамках вида, между видами и разнообразие экосистем». А в разделе I D приложения I к докладу о работе Аддис-Абебского семинара (UNEP/CBD/SBSTTA/11/17 от 29 августа 2005 г. предложено рабочее определение биологического разнообразия, которое отличается от вышеуказанного определения: «биоразнообразие означает разнородность и вариабельность живых организмов на генетическом, видовом и экосистемном уровнях и экологические комплексы, частью которых они являются». Всемирный деловой совет по устойчивому развитию совместно с МСОП использует сокращенное определение: «Вариабельность живых организмов среди биологических видов, между биологическими видами и между экосистемами» (http://pwc.blogs.com/files/wbcsd_guide_cev_april_2011.pdf)

Biological diversity: см. Biodiversity.*

biological resources - биологические ресурсы - включают генетические ресурсы, организмы или их части, популяции или любой другой биотический компонент экосистем, имеющий реальную или потенциальную пользу или ценность для человечества.

Biome – биом. Наибольшая единица экологической классификации. Наземные биомы, как правило, образуются на основе структуры доминирующей растительности (например, лесные луга). Экосистемы в пределах биома функционируют в целом аналогичным образом, хотя они могут иметь очень разный видовой состав. Например, все леса имеют определенные свойства, касающиеся круговорота питательных веществ, нарушенности и биомассы, которые отличаются от свойств луга. Морские биомы, как правило, формируются на основе биогеохимических свойств. ТЕЕВ принял типологию двенадцати основных биомов, подразделенных на большее число экосистем.

Biophysical valuation – биофизическая оценка ценности: 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.*

Biopiracy – биопиратство. Нескомпенсированное коммерческое использование биологических ресурсов или связанных с ними традиционных знаний из развивающихся стран, а также патентование корпорациями заявленных изобретений, основанных на таких ресурсах или знаниях.

<http://comenius.susqu.edu/biol/312/bioprospectinglegitimate researcher or biopiracy.pdf>

Bioprospecting- биоразведка, биологическая изыскательская деятельность. 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 Б., в частности, фармацевтической или пищевой промышленности, чтобы найти информацию о биологических ресурсах, которые 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, в случае их лекарственного использования, от местных целителей.

Biotechnology – биотехнология. Биотехнология означает любой вид технологии, связанный с использованием биологических систем, живых организмов или их производных для изготовления или изменения продуктов или процессов с целью их конкретного использования.

Biotope - биотоп: Поверхность экосистемы, которая поддерживает определенный набор биологических сообществ.*

Carbon sequestration – углеродное депонирование, удаление соединений углерода из атмосферы. Процесс увеличения содержания углерода в резервуаре помимо атмосферы. Например, часть природного углеродного цикла, в котором растения для своего роста поглощают окись углерода и выделяют кислород в обычном процессе фотосинтеза. (http://www.powerplantccs.com/ref/glos/indirect_carbon_sequestration.html)

carrying capacity - несущая способность, емкость (экосистемы) - максимальное воздействие, которое может выдержать планета или любая экосистема. Емкость экосистем может быть увеличена с помощью новых технологий. Она ограничена в конечном счете способностью экосистемы к самообновлению или ассимиляции отходов. См. *absorptive, assimilating capacity*). РП

checkbook (chequebook) environmentalist – экофилантроп. Человек или компания, которая вносит свой вклад в защиту окружающей среды исключительно путем пожертвования денег на дело охраны и сохранения окружающей среды или приобретение углеродных кредитов (квот). (<http://www.wordspy.com/words/checkbookenvironmentalist.asp>)

Choice modeling–моделирование процесса выбора. Метод моделирования процесса принятия решения индивида в данном контексте.

Choice-conjoint analysis – анализ совместного выбора. Метод выявления выражаемого предпочтения при определении комбинации признаков, наиболее выбираемых потребителями.

Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) – международная классификация экосистемных услуг (МКЭУ). ОМКЭУ, помимо классификации, имеет прагматичные цели - описания понимания конкретных видов услуг экосистем для обмена информацией и сравнения. Это может быть полезно для создания системы комплексных эколого-экономических счетов. ОМКЭУ рассматривается в первую очередь как попытка 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 как классификация конечных услуг с тем, чтобы эти экосистемные продукты могли бы быть использованы домохозяйствами, предприятиями или госучреждениями для получения выгод и сочетания экосистемных товаров и услуг с другими формами капитала. В ОМКЭУ на самом высоком уровне находятся три вида услуг - снабженческие, регулирующие и культурные.

Conflict of interest – конфликт интересов – ситуация, возникающая при комплексной эксплуатации экосистем; например, в случае водоемов альтернатива в развитии гидроэлектроэнергетики или сохранении прибрежных сооружений и рыбопродуктивности, обеспечении населения питьевой водой или рыболовства и рекреации, создании водоемного производства и развитии транспорта или обеспечении устойчивого использования популяций гидробионтов и сохранении экосистем.

Connectivity conservation – сохранение экологической связности. Термин «экологическая связность» является мерой того, насколько растения и животные могут перемещаться между «островками» пригодных местообитаний в нарушенном ландшафте или среди непригодных местообитаний, а также степени поддержания связей нелокальных экосистемных функций, например, с процессами в почвах и водных экосистемах

Conservation value – Ценность сохранения (видов, экосистем и т.п. см. *Existence value*)

Consumer surplus – излишек покупателя/потребителя: Выгоды, получаемые потребителем при приобретении продукта по цене, меньше максимальной, которую они были бы готовы платить

consumptive use value - ценность (стоимость) использования экологического объекта/ресурса для потребления, потребительная стоимость (ценность) использования ресурса (см. также, ценность использования ресурса без его потребления - *non-consumptive value*).

Contingent valuation – субъективная оценка ценности. Метод заявляемой экономической оценки, выявляемый при опросе готовности платить за предлагаемую выгоду.

contingent valuation method (CVM) - метод субъективной (интуитивной, предположительной) оценки (МСО), опросный метод - основан на объявленных предпочтениях групп населения. При этом методе проводится анкетный опрос с целью выявления предпочтений людей в отношении нерыночных товаров (атмосферный воздух, океаны и т.п.), спрашивая их, сколько они желали бы заплатить за конкретно 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 респонденты (см. готовность получить - *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 бы имели место в случае существования реального рынка на опрашиваемые экологические объекты. Последняя принятая ставка является выражением максимальной суммы готовности платить. Весь процесс осуществляется в обратном порядке, если речь идет о выявлении готовности получить - ставки постепенно уменьшаются до достижения минимальной величины суммы, которую респонденты согласны получить.

Corporate ecosystem valuation – Оценка экосистем частными компаниями. Процесс выработки более информированных деловых решений путем наиболее полной оценки деградации экосистем и выгод, получаемых от экосистемных услуг.

Corridor (wildlife c., habitat c., green c.) – экологический коридор. Первоначально этот термин использовался в ландшафтной экологии, означая полосу наземных или водных местообитаний, которая отличалась от прилегающих территорий с обеих сторон и могла иметь несколько важных функций (в том числе переноса экосистемных услуг, потоков воды, воздуха, твердого и растворенного вещества, связи мест обитания биологических видов. Идея коридоров для связи изолированных мест обитания была одним из самых ранних практических рекомендаций, вытекающих из исследований фрагментации среды обитания. В 2000-х гг., терминология сместилась от коридоров до экологической связности. Тем не менее, термин «коридор» по-прежнему можно найти в политике и праве во многих странах (экологический к., трансграничный к. <http://www.1tv.ru/news/print/238509>).

Cost-benefit analysis – анализ «затраты-выгоды»: Метод определения осуществимости проекта или плана путем количественной оценки ожидаемых издержек и выгод.

Credit Calculator – Калькулятор экосистемных кредитов. Стандартное пособие (часто в виде таблиц программного обеспечения) разработанное, чтобы помочь участникам рынка подсчитать, сколько кредитов производится проектами и / или различными видами деятельности по восстановлению экосистем

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

Credit Registry/Exchange – регистр/биржа кредитов. Учреждение или официальное хранилище, которое ведет учет экосистемных кредитов, имеющихся на рынке, с информацией об их происхождении, собственнике и торговых операциями с ними.

Deliberative monetary valuation - совещательная денежная оценка. Использование официально проводимого обсуждения для выявления денежной оценки воздействия на окружающую среду определенной экологической политики.

Demand function transfer: трансфер функции спроса. Использование функций спроса, выявляемых посредством оценивания заявки хозяйствующего субъекта на выбиравшую территорию для антропогенной деятельности (транспортные расходы, гедонистические цены, субъективные оценки или моделирования выбранного места), в сочетании с информацией о территории, предусматриваемой выбранной политикой.

Density compensation- компенсация плотности биологических видов. Отрицательная ковариация среди обилия видов - увеличение размера одной видовой популяции в ответ на сокращение числа конкурирующих популяций (обычно в островных экосистемах). <http://animals.about.com/od/d/g/densitycompensa.htm>)

Diminishing returns to scale - убывающая выгода при увеличении размера (экосистем) 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.

Direct driver - ведущий (задающий) фактор. Фактор, который однозначно влияет на экосистемные процессы и, следовательно, может быть выявлен и измерен с разной степенью точности.

Direct use value (of ecosystems) - ценность прямого использования экосистемы - ценность, получаемая от ее прямого использования, например, стоимость улова рыбы при рыболовстве, полученной древесины при лесопользовании и т.п. Выгоды, получаемые от услуг, предоставляемых экосистемой, которые используются непосредственно хозяйствующим субъектом. К ним относятся ценность (стоимость) использования экологического объекта для потребления, потребительная стоимость (ценность) использования ресурса (например, сбор трав), а также ценность использования ресурса без его потребления (см. *non-consumptive value*) (например, фотоохота, экотуризм). Потребители часто физически присутствуют в экосистеме, чтобы непосредственно ощутить потребительскую ценность. (МА, 2005а):

Direct valuation - непосредственная, прямая оценка; относится к экологическим выгодам (эффекту), приносимым красивым природным пейзажем, качеству атмосферного воздуха или качеством воды и т.п. в денежных величинах этих выгод.

Discount rate - коэффициент дисконтирования – используется при определении нынешней ценности будущих выгод.

Discounted utility- дисконтированная полезность – включает будущую дисконтированную ценность, приведенную к нынешнему времени.

Disservices – «негативные» услуги- нежелаемые негативные последствия экосистемных услуг. Например, болезни человека, вызываемые некоторыми наземными и водными экосистемами, особенно в тропических странах; несъедобные ягоды, грибы и т.д.

Disturbed ecosystems- нарушенные экосистемы. Экосистемы, структура которых обратимо или необратимо (вплоть до несоответствия зональным условиям) изменена в результате антропогенной деятельности и природных стихийных бедствий.

Domesticated or cultivated species – одомашненные/ культивируемые виды означают виды, на процесс эволюции которых оказывает воздействие человек в целях удовлетворения своих потребностей.

Double counting of services - двойной учет экоуслуг. Ошибочный учет какой-л. экосистемной услуги несколько раз при экономическом анализе.

Driver - ведущий (задающий) фактор. Любой природный или вызванный человеком фактор, вызывающий прямо или косвенно изменения в экосистеме.

Dynamic equilibrium - динамическое равновесие. Состояние экосистемы, при котором динамические процессы в растениях и популяциях животных ведут к ее стабилизации.

Ecological equilibrium: Экологическое равновесие. См. *Dynamic equilibrium*

Ecological footprint: Экологический след. Показатель для площади поверхности продуктивных земельных и водных экосистем, необходимой для производства ресурсов и ассимиляции отходов определенной численностью населения, находящегося на определенном уровне материального благосостояния, где бы на планете эти земли ни находились.

Ecological infrastructure - экологическая инфраструктура. Любая территория, которая предоставляет услуги, такие как пресная вода, регулирование микроклимата, рекреационные возможности и т.д., ближайшему большому скоплению населения, обычно городам. Иногда используется термин «зеленая» инфраструктура:

Ecological integrity - экологическая целостность. Состояние экосистемы, в которой структура и функция не обременены антропогенными стрессами и биологическое разнообразие экосистем и вспомогательные процессы сохраняются.

Ecological network - экологическая сеть. Система охраняемых природных и территорий их взаимосвязей, которые делают искусственно фрагментированную естественную систему гармонично связанный и поддерживающей зональное биологическое разнообразие и абиотические компоненты и функции ландшафта, состоящей из ядра (обычно защищенного), буферных зон и экологических коридоров, содержащих природные и полуестественные элементы ландшафта, предоставляющих возможности для устойчивого использования природных ресурсов.

Комментарий: Взгляд на экосети как средство поддержания только биоразнообразия неоправданно узок. Поддержание почв, стока, движения воздушных масс, абиотических потоков вещества не менее важно. А во многих регионах поддержание абиотических процессов (например, регулирования стока) более актуально, чем сохранение биоразнообразия. Биоразнообразие ценно не само по себе («чем больше видов тем лучше?», а лишь то, которое соответствует условиям данной ландшафтной зоны.

Ecological processes – экологические процессы. Биологические, физические и химические процессы, которые поддерживают экологические системы и системы жизни. Эти процессы включают потоки энергии, воды, воздуха, растворенных веществ (в том числе элементов минерального питания), твердых частиц, биологический круговорот вещества в трофических цепях. Экологические процессы являются частью функционирования экосистем и вместе с физическими условиями (глубина воды, тип почвы, температура воздуха) образуют экологическую функцию территории.

Ecological production function: Экологическая производственная функция. Зависимость между экологическими входными и выходными параметрами жизненного цикла товаров и услуг. См. *Ecosystem Health*.

Ecological resilience – Экологическая восстановимость. Способность экосистемы возвращаться в исходное состояние (восстанавливать структуру) после нарушений. Нарушение экосистем может уменьшить их восстановимость и привести к драматическим сдвигам в сторону менее желательных состояний, которые ослабляют их способность поставлять экосистемные товары и услуги. Это ослабленное состояние имеет финансовые последствия.

Комментарий: Способность выдерживать нагрузки без изменений (до некоторого критического порога threshold) более адекватно отражается термином resistance – сопротивляемость. Сопротивляемость, восстанавливаемость и пластичность (способность переходить из одного устойчивого состояния в другое) часто рассматриваются как три основных вида устойчивости

Ecological threshold of irreversibility - порог экологической необратимости. Уровень повреждения экосистемы, который в случае его преодоления, оказывается слишком значительным, что не позволяет экосистеме вернуться в свое первоначальное состояние без вмешательства человека.

Ecological threshold: Экологический порог. Точка, в которой условия функционирования экосистемы переводят ее в новое состояние.

Ecological value: Экологическая ценность. Неденежная оценка целостности, здоровья или восстанавливаемости экосистемы, являющимися важными показателями для определения критических порогов и минимальных требований к предоставлению экосистемных услуг.

Economic behavior - экономическое поведение. Способ выражения хозяйствующими субъектами предпочтений через экономическую деятельность.

Economic valuation- экономическая оценка. Процесс выражения ценности конкретного товара или конкретной услуги в определенном контексте (например, при принятии решений) в денежных величинах.

Eco-regional planning -экорегиональное планирование. Планирование на экорегиональном, а не национальном уровне.

Ecosystem – экосистема. Множество растений, животных и других живых существ, взаимодействующих друг с другом и с их неживой окружающей средой. "Экосистема" означает динамический комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также их неживой окружающей среды, взаимодействующих как единое функциональное целое".

Ecosystem accounting - экосистемный учет. Процесс конструирования формализованных счетов для экосистем.

Ecosystem approach – экосистемный подход. Э.п. подход был официально принят на 7 конференции сторон Конвенции по биоразнообразию в феврале 2004 г. как «стратегия комплексного управления земельными, водными и живыми ресурсами, которая поощряет сохранение и устойчивое использование ресурсов на справедливой основе» Э.п. представляет собой стратегию комплексного управления земельными, водными и живыми ресурсами, которая обеспечивает их сохранение и устойчивое использование на справедливой основе. Таким образом, применение Э.п. поможет в обеспечении сбалансированного решения всех трех задач Конвенции: сохранения, устойчивого использования и справедливого и равного распределения всех выгод от использования генетических ресурсов. Э.п. не подменяет собой другие стратегии управления и сохранения, такие как биосферные заповедники, охраняемые районы и программы по сохранению отдельных видов, а также другие подходы, осуществляемые в рамках существующей национальной стратегии и законодательных структур, но должен скорее способствовать интеграции всех перечисленных подходов и других методов для решения комплексных проблем. Не существует единого пути внедрения Э.п., поскольку это зависит от местных, районных, национальных, региональных или глобальных условий. В действительности, существует много возможных способов применения Э.п. для практического осуществления целей Конвенции.

Ecosystem approach principles- Принципы экосистемного подхода: Задачи управления земельными, водными и живыми ресурсами определяются обществом, Управление должно быть, по возможности, максимально децентрализованным, Органы управления экосистемами должны учитывать влияние своей деятельности (действительное или возможное) на смежные или любые другие экосистемы, Признавая возможность положительных результатов управления, следует тем не менее понимать функционирование экосистемы и осуществлять управление ею в экономическом контексте, Одной из первоочередных задач Э.п. является сохранение структуры и функций экосистемы в целях поддержания экосистемных услуг, Управление экосистемами должно осуществляться только в пределах естественного функционирования, Э.п. следует осуществлять в соответствующих пространственных и временных масштабах, Учитывая изменчивость временных характеристик и возможность отсроченных последствий, свойственных экосистемным процессам, цели управления экосистемой должны быть долговременными, При управлении экосистемами необходимо учитывать неизбежность изменений, Э.п. должен обеспечивать достижение надлежащего равновесия между сохранением и использованием биологического разнообразия и их интеграцию, Э.п. должен учитывать любые формы соответствующей информации, включая научные данные, а также знания, нововведения и практику коренных и местных общин, К реализации Э.п. должны быть привлечены все заинтересованные группы общества и научные дисциплины
http://www.ruschm.ru/files/part/9614_copv_6_appendix.doc;

Ecosystem capital: Экосистемный капитал. См. *Natural capital*.*

Ecosystem degradation: Деградация экосистемы. Устойчивое снижение способности обеспечивать экосистемные услуги. (МА, 2005а)*

Ecosystem disservices. - экосистемные антиуслуги - функции экосистем, которые рассматриваются как негативные для человека и его благосостояния – распространение аллергенов, сельскохозяйственных грызунов, инвазивных видов, ядовитых растений, переносчиков болезней человека и т.д. , борьба с которыми увеличивает расходы при природопользовании <http://www.ecologyandsociety.org/vol19/iss1/art30/> ; <http://jncc.defra.gov.uk/default.aspx?page=6382>

Ecosystem function- экосистемная функция. Подмножество взаимодействий между экосистемной структурой и процессами, которые поддерживают способность экосистемы обеспечивать товары и услуги *

Ecosystem functioning – функционирование экосистем

Ecosystem health- здоровье экосистемы. Состояние или статус экосистемы, при котором характеристики (параметры) биоразнообразия, находятся в «нормальных» пределах, соответствующих ее экологической стадии развития. Кроме того, здоровье экосистемы зависит, в частности, от восстанавливаемости и сопротивляемости экосистемы в отношении к внешним воздействиям.

Ecosystem integrity: Целостность экосистемы. Подразумевается ее полнота или цельность и относится к способности экосистемы удерживать все компоненты, а также функциональные отношения при внешних воздействиях.

Ecosystem management -экосистемное управление. Подход к поддержанию или восстановлению состава, структуры, функции и обеспечению услугами естественных и измененных экосистем с целью достижения устойчивости. Он основан на адаптивном, выработанном совместно представлении о желательных будущих условиях, которое объединяет экологические, социально-экономические и институциональные перспективы, применимые в пределах какого-либо географического образования и определяемого прежде всего природными экологическими границами. Так же как «*environmental management* (см.) – природоохранное управление» не является управлением природой, а управлением ОХРАНОЙ сохранением природы, так и *ecosystem management* – это не управление экосистемами.

Ecosystem Marketplace – Рынок экосистем. Интернетовский адрес для соединения покупателей и продавцов экосистемных услуг с указанием цен с целью сокращения трансакционных издержек.

Ecosystem process - экосистемный процесс. Любое изменения или ответные реакции в экосистемах – физические, химические или биологические. Э.п. включают разложение, производство, оборот питательных веществ и потоки питательных веществ и энергии.

Ecosystem service markets – рынки экосистемных услуг. Системы, которые компенсируют землевладельцев или других поставщиков 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.

Ecosystem services approach – управление экосистемными услугами. Механизм, с помощью которого экосистемные услуги интегрированы в систему государственных и частных решений.

Ecosystem services – Экосистемные услуги - это благодатные (полезные) результаты для окружающей природной среды и/или человека, являющиеся следствием функций экосистем. Экосистемные услуги подразделяются на четыре вида: i) обеспечивающие услуги - продукты, получаемые от экосистем; ii) регулирующие услуги - выгоды, получаемые от регулирования экосистемных процессов; iii) культурные услуги - нематериальные блага, которые люди получают от пользования и общения с природной средой; и iv) поддерживающие услуги - естественные процессы, которые поддерживают остальные услуги. Примеры экосистемных услуг: i) обеспечивающие услуги могут включать пищу, пресную воду, древесину, волокно и лекарственные растения; ii) регулирующие услуги могут включать очистку поверхностных вод, хранение и секвестрирование углерода, борьбу с изменением климата, защиту от опасных природных явлений; iii) культурные услуги могут включать природные территории, представляющие собой священные места и районы, имеющие рекреационное и эстетическое значение; и iv) поддерживающие услуги могут включать почвообразование, круговорот питательных веществ, производство первичной продукции. Экосистемные услуги лежат в основе существования человека, здоровья и благополучия. Концепция экосистемных услуг иногда подвергается критике за слишком утилитарный подход к природе, как к товару вместо того, чтобы ценить внутренние и присущие свойства и функции экосистем. (см. также *Ecosystem disservices*).

Руководство 6 Сохранение биологического разнообразия и устойчивое управление живыми природными ресурсами (http://www.ruschm.ru/files/part/9614_copy_6_appendix.doc)

Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) - Принятая международная

классификация экосистемных услуг. Экосистемные услуги рассматриваются с позиции взаимодействия биотических и абиотических природных процессов и относятся в первую очередь к конечным (не промежуточным) результатам или продуктам деятельности экологических систем, непосредственно потребляемым или используемым человеком (см. **Экосистемные услуги**). Однако они не включают «поддерживающие» услуги, которые рассматриваются как часть внутренней структуры, функций и процессов экосистем. Так как последние только косвенно потребляются или используются и могут одновременно способствовать созданию многих продуктов деятельности экосистем, их включили в состав **экологических счетов**

Ecosystem functions (functioning) - экосистемные функции - это физические, геохимические, и биологические процессы или атрибуты, которые происходят внутри экосистем и способствуют самообеспечению экосистемы; другими словами, тому, что экосистема делает. Некоторые примеры функций экосистем - обеспечение мест обитания диких животных, круговорот углерода, или захват питательных веществ. Таким образом, экосистемы, такие как ВБУ, леса, или эстуарии, можно охарактеризовать с помощью процессов, или функций, которые происходят в них. Иногда Э.Ф. называют экологические процессы. Не следует путать Э.Ф. и экосистемные услуги: Функции экосистем ценностно нейтральны, в то время как их услуги имеют ценность для общества. (<http://www.ecosystemvaluation.org/1-02.htm>, <http://www.ecosystemserviceseq.com.au/ecosystem-functions.html>)

Ecosystem structure: Экосистемная структура. Это – биофизическая архитектура экосистемы. Состав биологических видов такой архитектуры может варьироваться.

Ecosystem - экосистема определяется как «динамичный комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также их неживой окружающей среды, взаимодействующих как единое функциональное целое». В этом определении не уточняется конкретная пространственная единица или масштаб. Вместо этого, в КБР рекомендуется, чтобы масштаб анализа и деятельности определялся в зависимости от решаемой проблемы. В Стандарте деятельности используется схожий подход также при определении "среды обитания".

Biodiversity offsets (offsetting) Природоохранительная деятельность для компенсации потерь биоразнообразия от экономической деятельности (например, при строительстве, особенно, населенных пунктов, линейных сооружений – дорог, трубопроводов). Компенсация осуществляется не только путем выплаты финансовых средств, а, обычно чаще, осуществления проектов восстановления деградирующих экосистем (лесных экосистем, водноболотных угодий).

https://en.wikipedia.org/wiki/Biodiversity_offsetting#Requirement_to_offset_biodiversity.

Ecosystems goods - экосистемные товары – обычно осязаемые, материальные продукты, являющиеся результатом экосистемных процессов (функций), такие как продукты питания человека, продукты моря, фураж, древесина, топливо из биомассы, естественные волокна, лекарства и сырье для них и т.п.

Ecotourism: Экотуризм. Путешествия в места или регионы уникального природного или экологического свойства или обеспечения услугами, стимулирующие такие путешествия.

Elasticity - эластичность. Мера реагирования одной переменной величины на изменения в другой. Обычно определяется в процентах изменений. Например, ценовая эластичность спроса определяется процентным изменением спроса на товар при изменении цены товара на 1%. Кроме того, подсчитывают эластичность предложения и дохода.

Endowment effect- эффект даровой выгоды - тенденция людей оценивать вещи, которыми они сами владеют, и свои услуги, дороже *.

environmental assets - экологические активы - экологические блага, объекты, функции, природный капитал (см. *natural capital*).

environmental assimilative capacity - экоассимилиционная способность, емкость. Способность данной территории/акватории поглощать (ассимилировать) загрязнение или негативное воздействие на окружающую среду. Эта способность определяется готовностью жителей не противиться загрязнению и абсорбционными характеристиками данной экосистемы. РП

Environmental envelope-допустимые экологические условия. Экологические граничные условия, в пределах которых существуют экосистемы.

Environmental equity- экологическая справедливость. "Справедливость экологических прав, их распределения и доступа к ним. В зависимости от контекста это может относиться к ресурсам, услугам и власти.

Environmental goods and services- экологические товары и услуги- товары и услуги для измерения, предотвращения, ограничения, минимизации или устранения экологического ущерба воде, воздуху и почве, а также для решения проблем, связанных с отходами, шумом и экосистемами". Это включает в себя чистые технологии, продукты и услуги, которые уменьшают экологический риск и минимизируют загрязнение и использование ресурсов. *Environmentally-preferable (sound, safe) products* - Экологичные товары- товары, наносящие минимальный вред окружающей среде и экосистемам.

Environmental regulation services: see *Ecosystem services*

Existence value - ценность (стоимость) существования - Ценность, которую индивиды придают факту существования ресурса, даже если они никогда не будут его использовать (иногда «ценность сохранения» или «ценность пассивного использования»). Непотребительная ценность, подтверждающая наличие ресурса, которая не связана с ценностью текущего или отложенного использования и исходит лишь из существования любого экологического ресурса. Примером ценности существования может быть отношение людей к сохранению голубого кита, хотя они могут ни разу не увидеть его. Ценность существования выражается готовностью индивида заплатить (см. *willingness to pay*) за то, чтобы обеспечить существование флоры, фауны и мест их обитания даже если индивид может осознавать, что он или она никогда лично не использует эти ресурсы. Иногда эта ценность включает наследственную ценность (см. *bequest value*.). Основной источник ценности существования - альтруизм по отношению к потомкам, друзьям, родственникам, человечеству или самой природе. Метод субъективной денежной оценки (см. *contingency valuation*) является одним из наиболее эффективных для получения количественной оценки ценностей отложенного использования (см. *option value*) и существования. Например, при определении ценности существования защиты 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 платить за этот "товар" (услугу) будет функцией цены лесозащиты, цен других товаров, дохода и предпочтений членов домашнего хозяйства. Также полагают, что предпочтения (вкусы) 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.

Existence value: The value that individuals place on knowing that a resource exists, even if they never use that resource (also sometimes known as conservation value or passive use value).

Ex-situ conservation - Сохранение ex-situ означает сохранение компонентов биологического разнообразия вне их естественных мест обитания.

Externality- экстерналия. Внешний неучитываемый экономический эффект (хозяйственной деятельности).

Последствия деятельности индивида (хозяйствующего субъекта), которая влияет на кого-то другого и не компенсируется или наказывается в рыночной системе. Экстерналии могут быть положительными или отрицательными, хотя последним уделяется большое внимание как фактору неэффективности рынка.

Functional diversity - функциональное разнообразие. Ценность, диапазон и обилие функциональных черт организма в данной экосистеме.

Functional redundancy - функциональная избыточность. Характеристика экосистемы, в которой определенный процесс могут выполнять несколько видов. Избыточность может быть полной или частичной, т.е. один вид может не полностью замещать или компенсировать другие виды в процессах наряду с другими видами, вовлеченными в них.

Functional traits - функциональные черты. Черта организма, которая имеет проявляющиеся связи с функцией организма.

Genetic material - Генетический материал означает любой материал растительного, животного, микробного или иного происхождения, содержащий функциональные единицы наследственности.

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

Green economy – «зеленая» экономика. ЮНЕП определяет «зеленую» экономику как такую экономику, которая повышает благосостояние людей и обеспечивает социальную справедливость, и при этом существенно снижает риски для окружающей среды и ее обеднение. В самом простом понимании «зеленая» экономика — это экономика с низкими выбросами углеродных соединений, эффективно использующая ресурсы и отвечающая 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 биоразнообразия экосистемных услуг. 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 модели «коричневой» экономики, общество не решило таких проблем, как социальная маргинализация и истощение ресурсов, и мы по-прежнему далеки от достижения Целей развития тысячелетия. Устойчивость остается важнейшей долгосрочной целью, но для ее достижения мы должны сделать нашу экономику «зеленой». Для перехода к «зеленой» экономике должны быть созданы способствующие этому условия. К таким условиям относятся соответствующие национальные нормативно-правовые документы, политика, субсидии и стимулы, мировой рынок, 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.

Group valuation- групповая оценка. Подход, совмещающий методы заявленных предпочтений с элементами процессов получения оценок путем обсуждения.

Habitat services - услуги мест обитания. Важность экосистем для обеспечения жизненного пространства для резидентных и мигрирующих видов (таким образом, сохраняя генофонд и услуги по их выращиванию).

Habitat -место обитания означает тип местности или место естественного обитания того или иного организма или популяции.

hedonic pricing - ценообразование, или установление цены с учетом комфорtnости (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 используются рыночно-ориентированные цены для того, чтобы установить цены на неоценимые товары и услуги. Например, цены при продаже сходных домов с красивым пейзажем у одного и отсутствием оного 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 в ценах факторов комфорtnости речь идет о неявной цене ценности экологических характеристик, анализируя реальные рынки, на которых эти характеристики участвуют в коммерческих обменах. Такие экологические факторы, как «чистый воздух» и «тишина и спокойствие» успешно учитываются в коммерческих обменах на рынке недвижимости, например при продаже и покупке домов. Фактор «риск» принимается во внимание при назначении зарплаты на рынке труда. (Hedone - по-гречески означает «удовольствие»).

Hyperbolic discounting- гиперболическое дисконтирование. Ставка дисконтирования отражающая тот факт, что люди обычно выражают больше нетерпения при дисконтировании, связанным с ближайшим, чем в отдаленном будущем.

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

Inclusive wealth – всеобъемлющее богатство, при котором делается попытка оценить все виды капитальных активов: человеческого, произведенного, социального и природного капитала. Увеличение В. б. означает, что будущие поколения обеспечиваются расширенной производственной базой способной создать больше товаров и услуг для роста благосостояния населения. В. б. может использоваться для определения уровня устойчивости развития, хотя точное измерение ценности капитальных активов сделать довольно сложно.

Indicator: Показатель. Information based on measured data used to represent a particular attribute, characteristic, or property of a system. Информация, основанная на данных измерений и используемая для представления конкретного свойства, характеристики или свойства системы.

Indirect driver: Косвенный действующий фактор. A driver that operates by altering the level or rate of change of one or more direct drivers. Фактор, который действует путем изменения уровня или скорости изменения одного или нескольких прямых факторов.

Indirect use value -ценность косвенного пользования. Выгоды, получаемые от товаров и услуг экосистем при их косвенном использовании хозяйственным субъектом. Например, при извлечении на некотором расстоянии выгоды от питьевой воды, которая была очищена, проходя через экосистему.

In-situ conditions- условия in-situ означают условия, в которых существуют генетические ресурсы в рамках экосистем и естественных мест обитания, а применительно к одомашненным или культивируемым видам - в той среде, в которой они приобрели свои отличительные признаки.

Institutional failure: Институциональная неэффективность. Ситуация, в которой институты общества создают неэффективное использование товаров и услуг.

Institutions - институты. Форма организации совместной деятельности людей с правилами, которыми они руководствуются, чтобы жить, работать и взаимодействовать друг с другом. Примеры формальных институтов - конституция, законы, организованный рынок и права собственности. Неформальные институты регулируются социальными и поведенческими нормами общества, семьи или сообщества людей. Также их называют организациями.

International Payments for Ecosystem Services (IPES) – международные платежи за экосистемные услуги.

Механизм чистого развития (МЧР) Киотского протокола является примером такой схемы, посредством применения которого проекты извлечения углерода из атмосферы в развивающихся странах оплачиваются загрязнителями окружающей среды развитых стран. Основная целью МПЭУ является поддержка устойчивого развития на основе сохранения биоразнообразия в глобальном масштабе. Концепция МПЭУ может быть воспринята на двух различных уровнях, в зависимости от учета (I) экосистемных услуг глобального значения (например, предоставление генетической информации, регулирование климата и т.д.), или (II) экосистемных услуг, которые имеют более региональные эффекты (например, защита водоразделов, противостormовые мероприятия и т.д.). Использование обоих уровней в общей структуре, способной интеграции различных схем ПЭУ неизбежно будет означать многомасштабной подход.

Intrinsic value - внутренне присущая, неотъемлемая ценность (стоимость) - Значимость кого-то или что-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) (см. *non-use value*); 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 (см. *existence values*) и отложенного пользования (см. *option values*). Выгоды, получаемые индивидами только от того, что они знают о сохранении экосистем ради самих экосистем обычно учитываются в ценности существования.

Landscape service – ландшафтные услуги. Дополнительный объем экосистемных услуг (как правило, регулирующих и поддерживающих), который возникает на гетерогенной территории размером сотни-тысячи кв. км (в ландшафтном масштабе) вследствие взаимодействия индивидуальных разнокачественных экосистем, оптимально расположенных относительно друг друга и находящихся в оптимальном пространственном соотношении. Например, оптимальная лесистость и оптимальное расположение лесных массивов относительно эрозионной сети и сельскохозяйственных полей обеспечивает рост водорегулирующих услуг.

Management (of ecosystems) - управление (относящееся к экосистемам). Деятельность по поддержанию или восстановлению состава, 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 перспективы, применяемые в пределах географического каркаса и определяемые прежде всего естественными экологическими границами.

Marginal utility of consumption- предельная полезность потребления. Полезность, возросшая (или утраченная) при небольшом увеличении (или уменьшении) потребления товара или услуги.

Market failure: Неэффективность («провал») рынка. Неспособность рынка адекватно учесть ценность экосистемных услуг.

Market supply – предложение рынка. Доступность кредитов, открывающих возможность улучшения и/или защиты дефицитных ресурсов, которые оказывают влияние на рынки.

Mitigation cost - издержки снижения последствий потерь экосистемных услуг

Monetary valuation -денежная оценка. См. *Economic valuation*.*

natural capital stock - запасы природного капитала.

Natural capital- природный капитал. 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, водо-болотные угодья. Иногда говорят о включении в это понятие ассимиляционной емкости экосистем, учета эффекта биогеохимических циклов и энергетических потоков. Природный капитал рассматривается 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, который он может принести. Производительность антропогенного (созданного человеком) капитала все больше ограничивается сокращением размеров природного капитала (см. *weak sustainability, strong sustainability*)

Natural resource - природный ресурс - часть природного богатства (см. *natural wealth*), представляющая реальную или потенциальную экономическую (хозяйственную), социальную или культурную ценность. Природные ресурсы разделяются по их освоению (неисчерпаемые и исчерпаемые, последние могут быть возобновимыми и невозобновимыми), 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, почвы и т.д.) и невозобновимых (истощаемых) ресурсов (нефть, уголь, железная руда, другие металлические и неметаллические минералы и виды ископаемого топлива и т.д.), которые рассматриваются как природные активы (см. *natural assets*). Возобновимые ресурсы подразделяются на безусловно возобновимые (абиотические ресурсы, такие как ресурсы солнца, приливов и т.п.) и условно 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.

Natural resource accounts - NRA – счета (кадастры) природных ресурсов. Система экологических счетов (см. *environmental accounting*), целью которой является сбор на систематической основе количественной и качественной информации о состоянии природных ресурсов и их эволюции. В физических показателях отражаются запасы и потоки ресурсов, потоки ресурсов между окружающей средой и экономикой и потоки ресурсов внутри экономики. Существуют три основные вида 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 – см. *satellite accounts*) и разработка показателей развития. (см. также *environmental accounting*). Используются два вида природно-ресурсных счетов – счета экологических ресурсов и счета природно-материальных ресурсов).

Natural-resources potential- природно-ресурсный потенциал. Экологическая емкость территории, оцененная с учетом характера использования, состояния географических регионов, природных ландшафтов, климатических условий, минеральных ресурсов, почв, вод, атмосферы, растительного и животного мира.

Natural wealth - природное богатство (см. *natural resource*). Пригодное для экономической деятельности природное богатство становится природным ресурсом.

Non-consumptive use value - непотребительная ценность (стоимость) пользования - ценность (стоимость) прямого пользования, которая учитывает, что при пользовании экологическим ресурсом или объектом последний не потребляется, например, при наблюдении за гнездованием птиц, дельфинами, китами, получении удовольствия от красивого ландшафта или пейзажа.

Non-economic techniques: Не(вн)экономические методы. Методы, которые не требуют выявления соотношений между экономическими переменными при эмпирических измерениях.

Non-use value or 'passive use' value - ценность (стоимость) непользования, "пассивного пользования" - ценность отложенного использования, существования экологического ресурса или объекта, при измерении которой используются методы субъективной оценки, готовности платить, оценки комфорта и т.п. Получаемые выгоды не являются результатом прямого или косвенного пользования. Ценность непользования разделяется на завещательную ценность и ценность существования (пассивного пользования).

Open access: Открытый доступ (к ресурсам). Открытость ресурсов для всех.

Opportunity cost - стоимость упущеной выгоды, стоимость (издержки) неиспользования лучшей альтернативы экономической деятельности, - издержки, потеряянная выгода при использовании дефицитного ресурса не самым лучшим образом. Используется традиционный экономический анализ рыночной ценности (стоимости) товара или ресурса с целью определения чистого экономического эффекта (выгоды) при различных видах его использования. Например, при принятии решения относительно выделения из леса участка для создания национального парка, определяют издержки (потери) для местных жителей в связи с потерей ими возможности (opportunity) использовать земли для получения сельскохозяйственной продукции или продукции леса. Выполняется 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 упущеной, 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 упущеных 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, естественного места обитания животных и растительности, снижения поглощения углекислого газа, а также связи с ухудшением защиты водостоков и т.д. Частная упущенная выгода для землепользователя может восприниматься выше, если бы он имел информацию о долгосрочных потерях продуктивности почвы в случае эксплуатации

открытого пастбища. Таким образом, важно учитывать самую полную экологическую информацию и внешние эффекты для снижения упущеной выгоды.

opportunity cost approach - метод оценки стоимости упущеной выгоды (упущенного эффекта) - pragmaticheskiy, sub'ektivnyy podkhod k voprosam otsenki ekologicheskikh resursov. Upuščennaya yugoda ot ne imyayushchih ceny funktsii i uslug zabolochenyyh ugodyj možet byt' vychislena na osnovye upuščennogo dohoda pri sozdaniy na ikh meste promyšlennyyh predpriyatiy. Pri etom metode ne delayetsya popytki otsenit' yugody. Vmesto etogo, yugody deyatel'nosti, vyzvayayushchey uхudshenie okruжающей sredy, naprimer, zastryoki territorii zhilymi domami, otsenivayutsya dlya togo, чтобы ustavonit' bazovye velichiny, s kotorymi možno srovnit' yugodnost' toj ili inoy al'ternativy hozaystvennoy deyatel'nosti.

option value - ценность (стоимость) отложенной альтернативы - individuálnaya gotovnost' zaplatit' v dannyiy moment vremeni, чтобы soxranit' ekologicheskiy ob'ekt dlya polucheniya vozmozhnoy al'ternativy ispolzovaniya ego v budušchem, ili obespečit' polucheniye so vremenem vozmozhnosti ispolzovat' floru, faunu i mesta ikh obitaniya. Takoy vid cennosti v chem-to analogichen cennosti (stoimosti) strakhovaniya. Ingoda etot vid cennosti interpretiruyetsya kak oжidaemaya cennost' (stoimost') budušhix znanii o poka eshe neizvestnyx yugodaх soxraneniya ekologicheskogo ob'ekta, dlya kotorogo neobratiimyj process sozial'no-ekonomicheskogo razvitiya možet predotvratit' ikh priobretenie.

Over-exploitation: Чрезмерная эксплуатация Ispolzovaniye, prevyshaющее uroven' ustoychivogo ispolzovaniya.

Passive use value - Ценность пассивного использования (sm. *Existence value*)

Payments for Ecosystem Services (PES).- платежи за экосистемные услуги (dalee PЭU) U - kompenzacii, vyplachivayemye «postavshikam» ekosistemnyx uslug ikh «potrebitelyam». Postavshiki PЭU - sub'ekty hozaystva (po suти, lyubye fizicheskie i yuridicheskie lica), v xode deyatel'nosti kotorikh «proizvodaťsya» ili podderzhivaются na sushchestvuyushchem urovne opredelenyye ekosistemnye uslugi. Potrebiteli (pользователи) PЭU - sub'ekty hozaystva, izvlekaющие yugodu, v t.č. ekonomicheskuyu, ot polzovaniya uslugoy i gotovyye platit' za nee. Gotovnost' potrebitel'ov platit' za tu ili inuyu uslugu yavlyayetsya neobходimym usloviiem sushchestvovaniya sootvetstvuyushchego rynka.

Potential use (of ecosystem services): Потенциальное пользование (экосистемными услугами)

Ispolzovaniye ekosistemnyx uslug v budušchem. *

Protected area - Охраняемый район oznachayet geograficheskiy oboznachennyyu territoriyu, kotoraya yodel'yaetsya, reguliryutsya i ispolzuyetsya dlya dostizheniya konkretnyx prirodoohrannyyx celей.

Quantification of credits – Kvantifikaciya (ekosistemnyx) kreditov. Metody opredeleniya kreditov, produvidimykh projektaimi.

renewable resources - возобновимые природные ресурсы - takie resursy podderzhivayut celostnost' ekosistem, obespečivayut ekologicheskie uslugi putem assimilirovaniya ili poggloscheniya otkhodov, szaotayut komfortnuyu okružayushchuyu sredu, obladayut esteticheskimi i kul'turnymi cennost'ym.

Resilience - Устойчивость, стойкость, восстановимость - sposobnost' ekosistemy podderzhivat' svoje ravnovesie v usloviyakh vodstvij ili davlenij, kotoryye vznikayut v rezul'tate prirodnyx ili antropogennyx vzaimodejstvij ili sbytij. "Ustoychivost'" poyisходит ot latinskogo slova resilire, chto oznachayet "pryžok nazad" posle nevzgod. Uprugaya ekosistema imye sposobnost' poggloshtit' narusheniya i, soxranit' funkciyu, strukturu i obratnye svazy. Ustoychivost' - ne staticheskoye sostoyaniye, a ne podrazumevayet nerazrushimost'. Ona imye tescnuyu svazy s понятиem «zdravoye», kotoroye tak же trudno opredelit'. Ekosistemy mogut imye sposobnost' byt' ustoychivymi k izmenivshimyся uslovijam, no mogut dostigat' sostoyaniya ujazvimosti ili daje kol'lapsa, posleto chto skorost' i mashtab izmenenij sliškoma veliki, ili potomu, chto sistema dostigat' poroga, kogda ee osnovnye processy izmenil'sya.

resource pricing principle - принцип установления цен на ресурсы. V sootvetstvii s etim principom vse prirodnye resursy, vkluchay absorbcionnuyu (assimilirovayushchuyu) sposobnost' ekosistem kak odin iz resursov, dolzhny imye sootvetstvuyushchuyu cenu, kotoraya by otражala obshchestvennye izderzhki ikh ispolzovaniya. Etot princip ne poluchil takogo shirokogo priznaniya, kak princip obzayatel'noy platy za zagryaznenie okružayushchey sredy.

risk assessment – оценка риска – ocenka i vyjavlenie potenциального neblagopriyatnogo vodstvija zhivykh izmenenyyx mehanizmov na soxranenie i ustoychivoe ispolzovaniye biologicheskogo raznoobraziya v potenциальной priymayushchey sredy s uchetom takjego riskov dlya zdorov'ya cheloveka. (Kartagen'skiy protokol po biobezopasnosti)

Rules of sale – правила торговли экосистемными кредитами. Procedury ustavleniya limitorov po torgovym operacijam: kolichestvo kreditov, geograficheskaya zona obsluzhivaniya kreditami, minimalnye trebovaniya i t.d.

Sellers of Ecosystem Market Credits – продавцы экосистемных рыночных кредитов. Chastnye zemlevladel'cy (naprimer, vladel'cy lesa, sel'skohozaystvennye proizvoditeli, proizvoditeli zhivotnovodcheskoy produktsii). Regulyriyemye organizacii.

Services and benefits of ecosystems-услуги и выгoda ekosistem. Sm. *Ecosystem services*.

Social costs and benefits- социальные издержки или выгода. Zatraty i yugoda dlya obshchestva v celom. Oni otličayutsya ot chastnyx izderjek i yugod svoyey bol'shey vseob'yelemost'yu (uchityvayutsya vse zatraty i yugody, kotoryye nechet kakoy-to chlen obshchestva) i otsenivayutsya cherez sozial'nuu upuščennuyu yugodu, a ne po rynochnym cenam, v chom oni otličayutsya. Ingoda ikh nazvayut "ekonomicheskie" zatraty i yugody.

Social value: Социальная ценность. См. *Social costs and benefits*.

Societal choice: Социальный выбор. Коллективные решения, основанные индивидуальных предпочтениях.

Socio-ecological system- социо-экологическая система. Экосистема, управление, связанное с этой экосистемой, лицами и организациями, а также правила, социальные нормы, и соглашения, лежащие в основе этого управления. (МА, 2005а)* Потребительские предпочтения понимаются через вопросы, касающиеся готовности платить или готовность принять деньги

Species diversity- разнообразие видов. Биоразнообразие на видовом уровне, часто включающее аспекты видового богатства, их относительной численности, и их различия.

Stakeholder-заинтересованное лицо. Человек, группа лиц или организация, которая имеет заинтересованность в исходе конкретного вида деятельности.

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

Sustainable flow (of ecosystem services)-устойчивый поток (экосистемных услуг). Наличие экосистемных услуг, обеспечивающих непрерывные выгоды для нынешних поколений, в то же время сохраняющих их способность удовлетворять потребности и чаяния будущих поколений.

Sustainable use (of ecosystems)- устойчивое использование экосистем. В соответствии со статьей 2

Конвенции, «Устойчивое использование» означает использование компонентов биологического разнообразия таким образом и такими темпами, что это не ведет к долгосрочному сокращению биологического разнообразия, тем самым поддерживая его потенциал для удовлетворения нужд и стремлений настоящего и будущего поколений». «Использование» понимается как в значении потребительского, так и непотребительского использования.

Total economic value -общая экономическая ценность. Ценность, получаемая от различных составляющих утилитарного значения, включая прямую потребительную ценность, косвенные потребительную ценность, отложенную ценность, квази-отложенную ценность и ценность существования.

Total Maximum Daily Loads – полная максимальная ежедневная нагрузка. Расчет максимального количества загрязняющих веществ, которое водоем может получить и по-прежнему соответствовать стандартам качества воды. (<http://water.epa.gov/lawsregs/lawsguidance/cwa/tmdl/>)

Trade-offs of ecosystem services - компромиссы экосистемных услуг. Ситуации, при которых одна экосистемная услуга увязана с изменениями в другой экосистемной услуге или реагирует на изменения в другой экосистемной услуге.

Trade-offs - компромиссы. Выборы решений управляющими структурами, которые намерено или ненамеренно изменяют тип, величину и относительный набор услуг, предоставляемых экосистемами.

Transaction Costs – трансакционные издержки. Затраты в дополнение к фактической стоимости кредитов или по обеспечению соответствия нормативам, что требуется для поддержания инфраструктуры рынка кредитов.

travel cost method (TCM) - метод транспортно-путевых затрат (издержек) - метод косвенной оценки ценности экологических объектов или функций, при котором транспортные расходы населения для посещения мест отдыха используются в качестве заменителей цены рекреационного объекта, а частота его посещения выражает количество приобретенного рекреационного «товара». Изменения в путевых затратах и частоте поездок используются для построения кривых рекреационного спроса и вычисления потребительского дохода от рекреации, т.е. рекреационной ценности экологического объекта. Учитываются путевые затраты постоянных жителей и приезжих. Этот метод выявляет предпочтения потребителей. РП. 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.

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

use value - ценность пользования, потребительная ценность (стоимость) - ценность, возникающая от реальной пользы, получаемой данным ресурсом, например, использование леса для получения древесины или увлажненных земель для проведения досуга или рыбной ловли. Ценность пользования состоит из ценности прямого пользования (*direct use values*), косвенного пользования (*indirect use*) или ценности экологических функций, таких как защита от наводнений, климат, циклы питательных веществ, ассимиляция отходов и ценность отложенного использования (*option values*). Ценность пользования можно также разделить на потребительскую и непотребительскую ценность пользования (например, наблюдение за гнездованием птиц, за дельфинами, фотоохота, удовлетворение от красот природы, красивого ландшафта и т.п.) РП

user value - ценность (экологического) ресурса для его пользователя.

valuation of environmental resources and services - проведение оценки экологических ресурсов и услуг

valuation of non-market place - оценка нерыночных товаров (напр., атмосферный воздух, ассимиляционная емкость или очистительная способность экосистем). Для оценки нерыночных «товаров» создается представление о фиктивном рынке, на котором их можно было бы обменивать через выявление предпочтений людей готовности последних платить за них (см. *willingness to pay, hedonic pricing*);

готовности получить определенную компенсацию, например, в случае загрязнения окружающей среды (см. *willingness to accept*); через оценку выгоды от откладывания их использования на позднее время (см. *option value*) или для будущих поколений (см. *bequest value*). Иногда используют метод оценки по аналогии. Например, если оценивать тропические леса бассейна реки Амазонки с точки зрения выполнения ими функции гигантского кондиционера (установки поддержания искусственного климата), то стоимость энергии для функционирования последнего (т.е. “цена” данных тропических лесов) составила бы 150 триллионов долл. США в ценах 1991 г.

Valuation - оценка. 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.).

Value function transfer- трансфер функции ценности. Функции ценности (стоимости) изучаемой территории, определенные через приложения оценки (транспортно-путевые издержки, гедонистические цены, субъективные оценки или моделирование выбора), используются в сочетании с информацией о значениях параметров для политики использования территории для передачи значения. **Value: Ценность.** Вклад деятельности или объекта в сформулированные пользователем цели, задачи и условия.

valuing environment – осуществление стоимостной, экономической оценки окружающей среды.

Существуют два основные подхода к оценке окружающей среды: прямая и косвенная оценка. При прямой оценке используются методы, направленные на прямое выявление предпочтений путем использования опросов и экспериментов (например, оценка субъективных предпочтений - см. *contingent valuation*) и методы ранжирования предпочтений индивидов. При этом жителей просят прямо выразить свои взгляды на предполагаемые изменения в окружающей среде, в случае выполнения того или иного экономического проекта. В методах косвенной оценки окружающей среды используются методы, цель которых выявить предпочтения людей на основе их реального поведения и собранной рыночной информации. Среди таких методов - методы оценки платы за комфортность окружающей среды, заработной платы при повышенной экологической опасности, транспортно-путевые издержки для поездок к экологически чистым местам отдыха и др. (см. *hedonic pricing, the travel cost method, dose-response and replacement cost techniques*). Предпочтения в отношении экологических “товаров” выявляются косвенно при покупке товаров, каким-то образом связанных с окружающей средой. Группу косвенных методов оценки можно грубо разделить на две категории: с использованием суррогатных рынков (см. *hedonic techniques, household production function*) и обычных рынков.

Value of ecosystem services – ценность экосистемных услуг Часто используются денежные единицы ее измерения. Используются рыночные или нерыночные (см. например, готовность платить) оценки. Ц.э.у может быть разной в зависимости от территории, ее географического, экономического, социального положения или статуса.

Verification – верификация. Подтверждение того, что действия, предпринятые на ландшафте, обеспечивают желаемые экологические выгоды, необходимые для создания кредитов.

Viable populations- жизнеспособные популяции. Популяции организмов, которые могут выжить в дикой окружающей среде

vicarious benefit - альтруистическая выгода (эффект) - разновидность отложенных ценностей (см. *option value*), выгода (эффект) от удовлетворения тем, что другие извлекают пользу от экологического ресурса.

Vulnerability-уязвимость. Воздействие случайных обстоятельств и стресса и трудности в преодолении них.

Принимают во внимание три главных аспекта уязвимости: воздействие стрессов, возмущений и потрясений; чувствительность людей, мест, экосистем и биологических видов к стрессу или возмущениям, в том числе их способности предвидеть и справляться со стрессом и, наконец, восстановляемость подвергнувшихся людей, мест, экосистем и биологических видов с позиций их способности поглощать удары и возмущения, сохраняя при этом свои функции.

Willingness to accept -готовность принять (плату). Готовность принять компенсацию за негативные изменения в окружающей среде в результате экономической деятельности. Минимальная денежная сумма, которую человек готов получить, чтобы отказаться от блага в его распоряжении. 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.

willingness to contribute - готовность сделать взнос за сохранение благоприятной окружающей среды.

willingness to pay - готовность платить за то, чтобы сохранить благоприятную окружающую среду и не проводить определенную экономическую деятельность, 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.

Willingness to pay: Готовность заплатить за то, чтобы сохранить благоприятную окружающую среду и не осуществлять определенную экономическую деятельность, которая может привести к негативным экологическим изменениям. 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.

Литература

- Агролесомелиоративное адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов Волгоград, 1999. 84 с
- Агролесомелиорация и плодородие почв. Под ред Е.С.Павловского. М.: Агропромиздат, 1991. 288 с.
- АИСОРИ, 2015. <http://meteo.ru/data/163-basic-parameters#описание-массива-данных>
- Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. М.: Наука. 1986. 175 с.
- Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР. Гл. редактор С.Л. Чинов. Москва ГУГК. 1983. 340 с.
- Атлас снежно-ледовых ресурсов мира, 1997
- Бакирова Р.Т. Устранение пробелов и противоречий в законодательстве для сохранения степных экосистем (на уровне Российской Федерации и Оренбургской области) // Степной бюллетень. 2011. № 32. С. 69-71.
- Балакай Н.М. Критерии оценки и состояния противоэрозионных мероприятий на различных типах агроландшафтов // Научный журнал КубГАУ, № 64 (10), 2010. С. 1-13.
- Балакай Н.И. Методология снижения поверхностного стока и массы загрязняющих веществ от применения природоохранных мероприятий // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 1 (21). С. 89-97.
- Барталев С.А., Белвард А.С, Ершов Д.В., Исаев А.С. Карта наземных экосистем Северной Евразии. Институт космических исследований РАН, 2004.
- Басанец Л.П. Эколого-туристское районирование России. Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. геогр. наук по спец. 25.00.36 геоэкология. М. 2006. 28 с.
- Басанец Л.П., Дроздов А.В. 2006. Туристское природопользование, экологический императив и перспективы России // Природопользование и устойчивое развитие. Мировые экосистемы и проблемы России. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. с. 322-340.
- Бобылев С.Н., Сидоренко В.Н., Лужецкая Н.В. Экономические основы сохранения водно-болотных угодий. М.: Wetlands International, 2001.
- Бобылев С.Н., Перелет Р.А., Соловьева С.В. 2012. Оценка и внедрение системы платежей за экосистемные услуги на особо охраняемых природных территориях. Волгоград: Программа развития ООН, ГЭФ. http://www.volgawetlands.ru/files/Методические_рекомендации_по_экосистемным_услугам.pdf
- Бочкин А.П. Влияние леса на водность рек // Труды III Всес. Гидрологического съезда. Л.: Гидрометеоиздат, 1959. С. 11-17
- Бурковский А. Международные природоохранные организации просят Украину отказаться от облесения степей // Степной бюллетень. 2013. № 38. С. 36-37.
- Владимиров А.М., Орлов В.Г. Охрана и мониторинг поверхностных вод суши. Санкт-Петербург: 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. №2 (377). 2015. с.27 - 38
- Вомперский, С.Э. Биологические основы эффективности лесоосушения. М.: Наука, 1968. 312 с.
- Воробьев Г.И. Эффективность защитного лесоразведения. М.: Лесная промышленность, 1977. 320 с.
- Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод, Л:Гидрометеоиздат, 1988, 285 с.
- Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. В 2 кн. М.: Наука, 2004 . Т.1 479 с. Т.2 575 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.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2013 г.» М.: МПР РФ, 2014. – 463 с. <https://www.mnrf.gov.ru/upload/iblock/6c7/gosdokladeco.pdf>
- Гусев А.В. Сохраним бренды Белгородской области // Степной бюллетень. 2012. № 34. С. 33-35.
- Данилов Г.Г., Каргин И.Ф., Лобанов Д.А. Защитные лесонасаждения и охрана почв. М.%: Лесная промышленность, 1983. 232 с.
- Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на земле. Казань: Изд-во Казанского университета, 1984. 261 с.
- 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». Изд. МПР РФ, 2011. Т. 2. С. 332-339.
- Дорофеев А.А. Ландшафтно-рекреационный анализ территории для целей экологического туризма (на примере Тверской области). Автореферат дисс. на соискание уч. ст. канд. геогр. наук по спец. 25.00.23 физическая география. Смоленск. 2003. 28 с.
- Дубах А.Д. Лес как гидрологический фактор, Л.: Гослесбумиздат, 1951, 160 с.
- Дьяченко А.Е., Брысова Л.П., Голубев И.Ф., Чечеев А.Е. лесомелиорация. М.: Колос, 1979. 206 с.
- Егошина Т.Л. Недревесные растительные ресурсы России. М.: НИА-Природа. 2005.80 с
- Ершов Э.Д. Приближенная количественная оценка влияния различных факторов природной обстановки на температурный режим пород / Мерзлотные исследования (под ред. Курдяяцева В.А.). М.: Изд-во МГУ, 1971. № 11. С. 52-56.
- Защитное лесоразведение в СССР. Под ред. Е.С.Павловского.. М.: Агропромиздат, 1986

- Ивонин В.М. Роль биоты в противоэррозионной системе. 2011. <http://www.prityki.net/rol-bioly-v-protivoerzonnoj-sisteme/>
- Идзон П.Ф. Лес и водные ресурсы. М.: Лесная промышленность, 1980. 152 с.
- Ильичев В.А., Владимиров В.В., Садовский А.В., Замараев А.В., Гребенец В.И., Кутвицкая Н.Б. Перспективы развития поселений Севера в современных условиях. М.: РААСН, 2003. 152 с.
- Исаченко А.Г. Ландшафтная структура субъектов Российской Федерации (в связи с научными основами решения региональных проблем) // Известия Русского географического общества. 2011. Т. 143. Вып. 1. С. 3-13.
- Калинин В.М. Экологическая гидрология. – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного ун-та, 2008. – 148 с.
- Калинин В.М. Вода и нефть (гидролого-экологические проблемы Тюменского региона). Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2010. – 222 с.
- Качество поверхностных вод Российской Федерации. Ежегодник. 2011. Ростов на Дону: ФГБУ «ГХИ», 2012. – 550 с.
- Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
- Крестовский О.И. Влияние вырубок и восстановление лесов и водность рек. Л.: Гидрометеоиздат, 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.
- Лаптев Н.И. Дикоросы: социально-экономическое значение для Томской области // На пути к устойчивому развитию России, № 47, 2009, с.42-43.
- Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки. М.: Изд-во Московского университета, 1993. 200 с.
- 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-х т./ Гл.ред. Воробьев Г.И. М.: Сов. энциклопедия, 1985.-563 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.
- Матвеев П.Н. Гидрологическая роль еловых лесов Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1973. 75 с.
- Методика прогнозной оценки загрязнения открытых водоисточников аварийно химически опасными веществами в чрезвычайно опасных ситуациях. М.: ВНИИ ГОЧС, 1996. – 37 с.
- Методические указания по расчету платы за неорганизованный сброс загрязняющих веществ в водные объекты. Утверждены Председателем Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды В.И. Даниловым-Данильяном 29 декабря 1998 г.
- Михайлов С.А. Диффузное загрязнение водных экосистем. Методы оценки и математические модели: Аналитический обзор. – Барнаул: День, 2000. – 130 с.
- Михович А.И. Водоохранные лесонасаждения. Харьков: Прapor, 1981. 64 с.
- Молчанов А.А. Гидрологическая роль леса. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 485 с.
- Молчанов А.А. Водоохранное и почвозащитное значение лесов // Шестое Всесоюзное совещание 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. Иллюстрированный энциклопедический справочник. М.: Научный мир, 2007. 316 с.
- Научно-технический бюллетень по проблеме «Защита почв от эрозии». 2(9). Курск, 1976. 85 с.
- Национальная Стратегия сохранения биоразнообразия России. Москва. 2001.
- Национальный атлас почв Российской Федерации / Гл. ред. С.А. Шоба; научный консультант Г.В. Добровольский; отв. ред. И.О. Алябина, И.С. Урусевская, О.В. Чернова. М.: Астрель: АСТ, 2011. 632 с.
- Национальный атлас России. 2004—2008. Федеральное агентство геодезии и картографии России.
- Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990 – 2011гг. Москва, 2014 а. Часть 1. 421 с.
- Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990 – 2011гг. Москва, 2014 б. Часть 2. Приложения. 91 с.
- http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/7383.php
- О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 г. <http://protown.ru/information/hide/8133.html>
- Онучин А.А. Локальные и региональные контрасты гидрологических функций лесных экосистем // Разнообразие и динамика лесных экосистем России. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2013. С.259-264.
- Опритова Р.В. Водоохранная роль лесов южного Сихотэ-Алиня. М.: Наука, 1978. 96 с.
- Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Washington, DC: Synthesis. Island Press, 2005.

- Павлов Д.С., Букварева Е.Н. Средообразующие функции живой природы и экологоцентрическая концепция природопользования 2010 // Экономика экосистем и биоразнообразия: потенциал и перспективы стран Северной Евразии. Материалы совещания "Проект ТЕЕВ – экономика экосистем и биоразнообразия: перспективы участия России и других стран ННГ" (Москва, 24 февраля 2010 г.). М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2010. С. 7 – 19.
- Павлов Д.С., Стриганова Б.Р., Букварева Е.Н., Дгебуадзе Ю.Ю. 2009. Сохранение биологического разнообразия как условие устойчивого развития. М.: М.: ООО «Типография ЛЕВКО»; Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России, 2009. — 84 с. (<http://www.ecopolicy.ru/index.php?cnt=339>)
- Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Утвержден приказом Государственного комитета Российской Федерации по рыболовству от 28 апреля 1999 года № 96.
- Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов, М.: Лесная промышленность, 1979, 174 с.
- Прогноз развития лесного сектора РФ до 2030 года. Продовольственная сельскохозяйственная организация ООН. Рим, 2012
- 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.: Изд-во 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 стр.
- Прокачева В.Г., Усачев В.Ф. Загрязненные земли по районам, городским поселениям и в речных водосборах. Дальневосточный федеральный округ России. – СПб.: Изд-во Лема, 2011. – 110 стр.
- 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. Вып. 88. Л., 1971. 175 с.
- Рахманов В.В. Водорегулирующая роль лесов. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 192 с.
- Романовский Н.Н. Холод Земли. М.: Просвещение, 1980. 138 с.
- Рубцов М.В. Защитная функция лесов вдоль таежных рек. М.: Лесная промышленность, 1983. 192 с.
- Савичев О.Г. Методология оценки фактического и допустимого влияния хозяйственной деятельности на химический состав и качество пресных природных вод // Фундаментальные исследования. 2014. № 8. С. 704-708.
- Состояние охотничьих ресурсов в Российской Федерации в 2008-2010 гг. Информационно-аналитические материалы. Ред. Н.В. Ломанова // Охотничьи животные России (биология, охрана, ресурсоведение, рациональное использование) Выпуск 9. М.: Физическая культура, 2011. 219 с.
- Степные регионы России планируют облесение // Степной бюллетень. 2010. № 30. С. 49-51.
- СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 утвержден приказом Минрегион России N 622 от 29.12.2011. Действует с 01.01.2013.
- Стурман В.И. Экологическое картографирование. М.: Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
- Сыревая база российского рыболовства в 2012 году (районы российской юрисдикции) (справочно-аналитические материалы). Авторы-составители: М.К.Глубоковский, С.Н.Тарасюк, Л.М.Зверькова, Л.В.Семеняк, Н.Н.Мурзов, Н.В.Петрова, С.Ю.Бражник, В.А.Скакун. – М.: Изд-во ВНИРО, 2012. – 511 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.
- Титова С.В. Предварительно оценены последствия облесения для склоновых степей Белгородской области // Степной бюллетень. 2013. № 38. С. 33-35.
- Тульская Н.И., Шабалина Н.В. Математико-картографическое моделирование для оценки туристско-рекреационного потенциала территории (на примере Центрального федерального округа) [Электронный ресурс] <http://www.geogr.msu.ru/cafedra/karta/anniversary/docs/tulskaya.pdf>
- Тумель Н.В., Зотова Л.И. Геоэкология криолитозоны. М.: Географический факультет МГУ, 2014. 244 с.
- Харитонов Г.А. Водорегулирующая и противоэррозионная роль леса у условиях лесостепи. М.: Гослесбумиздат, 1963. 76 с.
- Чалов Р.С., Сидорчук А.Ю., Голосов В.Н. Теория эрозионно-русловых систем как методологическая основа школы // Географические научные школы Московского университета. М.: Городец, 2008. С. 237-242.
- Чернышенко О.В. Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города. Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. М.: Московский государственный университет леса. 2001.
- Чижмакова Т.В. Учет влияние лесистости водосбора на слой стока за половодье // Труды Центр. Высотной гидрометеорологической обсерватории. Вып. 2. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. С. 65-76
- Швиденко А.З., Щепащенко Д.Г. Углеродный бюджет лесов России // Сибирский лесной журнал, 2014, № 1, с. 69-92.
- Шпак И.С. Влияние леса на водный баланс водосборов. Киев: Наукова думка, 1968. 283 с.
- Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56. Rome, Italy: United Nations Food and Agriculture Organization, 1998.

- Centritto M., Tognetti R., Leitgeb E., Střelcová K., Cohen S. Above Ground Processes - Anticipating Climate Change Influences / Forest Management and the Water Cycle: An Ecosystem-Based Approach (Bredemeier M., Cohen S., Godbold D.L., Lode E., Pichler V., Schleppi P., eds.). Ecological Studies 212. Dordrecht, The Netherlands: Springer, 2011. - P. 31-64.
- Circumpolar active layer monitoring, 2015. www.calm.gwu.edu
- Clough Peter. The value of ecosystem services for recreation. [Электронный ресурс]
manaakiwhenua.com/_data/assets/pdf...2_4_Clough.pdf
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R., Paruelo J., Raskin R., Sutton P., van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature. – 1997. – V. 387. – P. 253–260.
- Costanza, R. 2008. Ecosystem services: multiple classification systems are needed. Biological Conservation. N 141. P. 350-352.
- Daily G. Nature's services. Societal dependence on natural ecosystems. Washington, D.C.: Island Press, 1997.
- Dolman A. J., Shvidenko A., Schepaschenko D., Ciais P., Tchebakova N., Chen T., van der Molen M. K., Belelli Marchesini L., Maximov T. C., Maksyutov S., and Schulze E.-D. (2012) An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory-based, eddy covariance and inversion methods, Biogeosciences, 9, 5323-5340.
- Evapotranspiration. Land Resources of Russia CD. Adapted from: Global Agro-Ecological Zones CD-ROM Ver. 1.0. FAO Land and Water Digital Media Series 11. 2000.
- Fisher B., Turner R.K., Morling P. Defining and Classifying Ecosystem Services for Decision Making // Ecological Economics. – 2009. – V. 68. – P. 643–653.
- General Climate Characteristics. Land Resources of Russia CD, 2002. Adapted from: Climatic Research Unit, 0.5x0.5 Degree 1961-1990 Mean Monthly Climatology (New M., Hulme M., Jones P.D.: Representing twentieth century space-time climate variability. Part 1: development of a 1961-90 mean monthly terrestrial climatology // J. of Climate 12, 1999. P. 829-856)
- de Groot, R.S., et al., Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. Ecol. Complex. (2009), doi:10.1016/j.ecocom.2009.10.006
- Jolankai G. Modelling of non-point source pollution // Application of ecological modelling in environmental management. – Amsterdam, The Netherlands: Elsevier, 1983. – P. 283-379.
- Jolankai G. State-of-the-art report on the hydrological, chemical and biological processes of contaminant transformation and transport in river and lake system. – Paris: UNESCO, 1992. – 147 p.
- Koronkevitch N.I., 2002 Water Resources. Total Runoff. Land resources of Russia CD. Adapted from The World Atlas of Snow and Ice Resources. M.: Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 1997.
- Koronkevitch N.I., 2002. Water Resources. Underground Runoff. Land resources of Russia CD. Adapted from The World Atlas of Snow and Ice Resources. M.: Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 1997.
- Koronkevitch N.I., 2002. Water Resources. Runoff Variability. Land resources of Russia CD. Adapted from Adapted from The World Atlas of Snow and Ice Resources. M.: Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 1997.
- Maes Joachim, Maria Luisa Paracchini, Grazia Zulian. A European assessment of the provision of ecosystem services. Towards an atlas of ecosystem services [Электронный ресурс]
publications.jrc.ec.europa.eu/...bitstream...maes.pdf
- Nahuelhual Laura, Alejandra Carmona, Paola Lozada, Amerindia Jaramillo, Mauricio Aguayo. Mapping recreation and ecotourism as a cultural ecosystem service: An application at the local level in Southern Chile. Applied Geography. Volume 40, June 2013, pp. 71–82
- Stolbovoi V., and I. McCallum, 2002. CD-ROM "Land Resources of Russia", International Institute for Applied Systems Analysis and the Russian Academy of Science, Laxenburg, Austria. совместный проект РАН и IIASA, The International Institute for Applied Systems Analysis, научный координатор - Владимир Столбовой, технический координатор Ian McHTTP://webarchive.iiasa.ac.at/Research/FOR/russia_cd/download.htm
- Walker Jim & Anne Glover. Recreation in the Uplands [Электронный ресурс]
http://www.nottingham.ac.uk/CEM/pdf/Upland%20Ecosystem%20Services_FinalReport_080409.pdf

Дополнительная литература

- Аверченков А.А., Мартынов А.С., Тишков А.А. О формировании международного рынка экосистемных услуг. В кн.: Устойчивое развитие регионов и социально-экономическая значимость охраняемых природных территорий. – М.: Всемирный фонд дикой природы, 2000. С. 25 – 27.
- Бобылев С.Н., Гусев А.А., Мартынов А.С., Тишков А.А.. Экономика для защиты природы России. РАН, МПР, Проект ГЭФ, 2001. 12 с.
- Бобылев С.Н., Тишков А.А. (Ред.). Экономическая оценка биоразнообразия. М.: ЦПРП, Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 1999. 112 с.
- Буйволов Ю.А., Басанец Л.П. Экологический туризм в национальных парках и заповедниках России: тенденции развития и проблемы управления. Экологическое планирование и управление. 2007. №4 (5). с. 39 -45
- Гурман В.И., Гусев А.А., Львов Д.С., Тишков А.А. Методические указания по созданию региональных и локальных фондов по сохранению биоразнообразия. М.: Институт проблем рынка РАН, Центральный экономико-математический институт РАН и др., 2002. 48 с.

- Гурман В.И., Гусев А.А., Львов Д.С., Тишков А.А. Финансовые источники, механизмы сохранения биоразнообразия в России и международный рынок экосистемных услуг. М.: Институт проблем рынка РАН, Центральный экономико-математический институт РАН и др., 2002. 48 с.
- Дроздов. Основы экологического туризма. М. Гардарики. 2005. 271 с.
- Котко А.А., Тишков А.А. Введение экосистемных услуг в систему экономических отношений. В кн.: Экономическая эффективность природоохранной деятельности: теория и практика. Мат-лы 10-й Международной конференции Российского общества экологической экономики. М.-Калининград, 2009. С. 16-18.
- Мартынов А.С., Новикова А.Э., Тишков А.А. Проекты по сохранению биоразнообразия и использованию биологических ресурсов Российской Федерации (базы данных и анализ финансирования). – М.: Издательский дом «Страховое ревю», 2002. 150 с.
- Мартынов А.С., Тишков А.С. Россия на международном рынке экосистемных услуг. В: Биологические ресурсы и устойчивое развитие. Пущино, Институт общих проблем биологии РАН, 29-30 октября 2001. С. 60-63.
- Нестерова О.А., Тишков А.А. (Ред.). Принципы и методы экономической оценки земель и живой природы: Аналитический справочник. М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия Российской Федерации», Институт экономики природопользования, 2002. 101 с.
- Петрова Т.Э., Тишков А.А. Экосистемный подход к сохранению биоразнообразия на региональном и локальном уровнях. В кн.: Переход к устойчивому развитию: глобальный, региональный и локальный уровни. Зарубежный опыт и проблемы России. М.: Изд-во КМК, 2002. С. 267-286.
- Саранча М.А. Методологические проблемы интегральной оценки туристско-рекреационного потенциала территории. Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. 2011. Вып.1. с. 118 - 127
- Состояние биологического разнообразия природных экосистем России. Под ред. В.А. Орлова и А.А. Тишкова. М.: НИА-Природа, 2004. 116 с.
- Тишков А.А. Эколо-географическая оценка последствий вступления России во Всемирную Торговую Организацию (ВТО). Ив. РАН. Сер. геогр., №4, 2004. С. 7-18.
- Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России. М.: Наука, 2005. 309 с.
- Тишков А.А. Продуктивность и баланс углерода природных экосистем России. Бюлл.: Использование и охрана природных ресурсов в России, №1, 2005. С. 74-90. Тишков А.А. Теория и практика сохранения биоразнообразия (к методологии охраны живой природы в России). Бюл.: Использование и охрана природных ресурсов в России, №1 (85), 2006. С. 77-97.
- Тишков А.А. Биосферные функции и экосистемные услуги ландшафтов степной зоны России. Аридные экосистемы, 2010, т.10, №1. С. 5-15.
- Тишков А.А. Биосферные функции и экосистемные услуги национального парка «Валдайский». Тр. национального парка «Валдайский»: юбил. сб. к 20-летию Валдайского национального парка. Вып. 1. СПб., 2010. С. 70-77.
- Тишков А.А. 1.9. Экосистемные услуги ландшафтов России: потенциал и изменения в процессе антропогенного воздействия и изменений климата. В кн.: Изменения природной среды России в XX веке. М.: Молнет, 2012. С. 153-165.
- Тишков А.А. Экосистемные услуги ландшафтов России как один из главных стратегических ресурсов России. В кн.: Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов. Под ред. акад. В.М. Котлякова и проф. А.А. Тишкова. М.: Институт географии РАН. 2014. С.70-88.
- Тишков А.А. 2014. Экосистемные услуги ландшафтов России как один из главных стратегических ресурсов России // Стратегические ресурсы и условия устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов. Краткие итоги реализации Программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле РАН №13 в 2012-2014 гг. Под ред.: академика В.М. Котлякова и профессора А.А. Тишкова. М.: Институт географии РАН. 2014. С. 91 -121
- Туризм и туристские ресурсы России – 2004. [Электронный ресурс]
http://www.gks.ru/bgd/regl/b04_42/Main.htm
- Фоменко Г.А., Фоменко М.А., Лошадкин К.А., Михайлова А.В. Денежная оценка природных ресурсов, объектов и экосистемных услуг в управлении сохранением биоразнообразия: опыт региональных работ. Пособие для специалистов-практиков. - Ярославль: НПП «Кадастр», 2002. 80 с.
- Экономика сохранения биоразнообразия. Справочник. Ред.: А.А. Тишков. Научные редакторы-составители: С.Н. Бобылев, О.Е. Медведева, С.В. Соловьева. М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», Институт экономики природопользования. 2002. 604 с.
- Экономика сохранения биоразнообразия. Справочник. Под ред. А.А. Тишкова. Сост. С.Н. Бобылев и др. М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», Институт экономики природопользования. 2002. 604 с.
- Экономическая оценка глобальных экосистемных услуг России. В кн.: Доклад о развитии человеческого потенциала в Российской Федерации за 2000 год. Под общей ред. проф. С.Н. Бобылева. М.: Права человека, 2001. 161-163 с.