

ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ: ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

© 2015 г. Д. Е. Конюшков

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
119017, Россия, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2
e-mail: dkonyushkov@yandex.ru*

Рассмотрены зарубежные публикации, посвященные проблеме выделения и оценки экосистемных услуг и их учету в планировании хозяйственной деятельности. Данное направление исследований является быстро развивающимся. Начало было положено глобальной оценкой состояния экосистем, выполненной в 2005 г. по инициативе ООН. За последние 10 лет произошло его организационное оформление, появились профильные журналы, регулярно проводятся конференции и совещания; характерен быстрый рост числа публикаций. Вклад почвоведов в эту работу пока не слишком значителен; оценка экосистемных услуг почв представляется перспективным направлением. Экосистемные услуги разделяются на четыре группы: обеспечивающие, регулирующие, культурные и поддерживающие. Последняя группа рассматривается как природная основа, обеспечивающая выполнение остальных функций, прямо и косвенно воздействующих на благополучие человека. Оценка экосистемных услуг ведется по трем направлениям: экологическому, экономическому (монетарному) и социальному. Для каждой из групп услуг используются свои способы экономической оценки. Обеспечивающие услуги часто оценивают по их рыночной стоимости. Их доля в совокупной оценке экосистемных услуг относительно невелика. Регулирующие услуги часто оценивают методами “предотвращенных затрат” и “замещающих затрат”, а культурные услуги (рекреация, источник вдохновения, эстетическая ценность, духовная ценность) – методом “затрат на путешествие”. В основе способов внерыночной оценки лежит готовность платить за данные услуги. При оценке экосистемных услуг на местном уровне необходим системный подход, учитывающий бонус кооперации землепользователей. Следует учитывать также, что снятие дополнительной нагрузки с экосистем в данном месте может привести к возрастанию воздействия в других местах. Вы-

деление, картографирование и оценка экосистемных услуг проводятся с конечной целью обеспечить устойчивое развитие общества и благосостояние человека. Развиваемые эколого-экономические подходы призваны усилить роль рыночных механизмов в деле защиты окружающей среды.

Ключевые слова: экосистемные услуги, экосистемные функции, экономическая оценка.

*“We still have a lot to learn about the nature
of value and the value of nature”*

Pavan Sukhdev

ВВЕДЕНИЕ

Поиск Google по ключевым словам “ecosystem services” (экосистемные услуги) дает порядка 13.5 млн ссылок, на сходные по смыслу “ecosystem functions” (экосистемные функции) – 2.3 млн ссылок. “Soil functions” увеличивает количество ссылок до 142 млн! Очевидно, что разобраться в этом море литературы непросто. Данный обзор не претендует на полноту освещения проблемы учета и оценки экосистемных услуг. Его цель – ознакомить читателя с современными направлениями в изучении экосистемных услуг и их организационным оформлением. Следует подчеркнуть, что эта область – одна из активных “точек роста” междисциплинарных исследований с участием представителей естественных и социально-экономических наук (Braat, de Groot, 2012), ситуация в которой меняется очень быстро. Концепция экосистемных услуг была сформулирована в конце 1990-х гг. с целью придать экономическое звучание традиционным проблемам охраны природы, экологической безопасности, экологических функций природных и природно-техногенных экосистем; обеспечить экономические, финансовые рычаги для их решения в рамках рыночной экономики. Услуги – не бесплатны, имеют свою цену, которую необходимо учитывать в планировании хозяйственной деятельности для обеспечения устойчивого развития современного общества.

Осознание этого привело к развитию самостоятельного направления – экономики экосистем и биоразнообразия (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, ТЕЕВ) в рамках программы ООН по окружающей среде (UNEP), учреждению новых научных журналов: *Ecological Economics* и *Ecosystem Services*, специали-

рующихся по данной проблематике, организации глобальной сети партнерства (*Ecosystem Services Partnership, ESP*), проведению конференций и нарастающему количеству публикаций, посвященных оценке экосистемных услуг на локальном, региональном и глобальном уровнях, и их практическому использованию в планировании. Менее чем за 10 лет был проделан большой путь от формулирования базовых подходов к вычленению и оценке экосистемных услуг и выработки соответствующей терминологии до мощного междисциплинарного научного направления.

К сожалению, участие российских ученых в данном направлении до последнего времени было весьма скромным. В отечественном почвоведении активно развивалось учение об экологических (биогеоценотических) функциях почвы в экосистемах и глобальных функциях почвенного покрова в биосфере; сформулированы принципы структурно-функционального подхода в почвенных исследованиях, разработаны учебные курсы (Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 2012; Структурно-функциональная..., 1999). Основное внимание сфокусировано на естественно-научных проблемах изучения экологических функций почв и их охраны; проблема комплексной экономической оценки почвенных услуг в этих работах практически не затрагивается.

Интересно, что подобная ситуация характерна для почвоведения в целом: пришедшие из общей экологии и экономики концепции экосистемных услуг и их оценки тяжело приживаются. Из 18 докладов на симпозиуме по экосистемным услугам почв в ходе 19-го международного конгресса в Австралии (*Soil Ecosystem Services, 2010*), лишь один был посвящен проблемам их оценки (Dominati et al., 2010). Типизация услуг, функций, видов использования почв, приводимая в работах почвоведов (Blum, 2005, 2012), несколько отличается от таковой в работах эколого-экономической направленности. Основное внимание уделяется традиционным проблемам, связанным с эрозией почв, засолением, загрязнением, углеродным балансом и секвестрированием углерода в почвах, взаимосвязи этих процессов с природными и антропогенными факторами (Lal, 2013, 2014; Glenk et al., 2011); почвенным биоразнообразием (Barrios, 2007; Wall, 2004, 2012; Lavelle et al., 2006). Европейские почвоведы были вовлечены в инициативу DPSIR (*Driving forces → Pressures → State → Impact → Responses*),

которая нацелена на выявление связей между движущими силами (экономическими, социальными и культурными запросами общества), их воздействиями на окружающую среду (загрязнение, расширение городов, обезлесение, добыча ресурсов и др.), изменениями в окружающей среде (различные виды деградации почв, потеря биоразнообразия), их прямыми и косвенным последствиями (изменениями в функциях почв, климатическими характеристиками, структуре землепользования и др.) и ответами общества на эти изменения (организация охраны природы, борьба с опустыниванием, наводнениями и т.д.) (Blum, 2004). Одной из ключевых проблем являлся поиск индикаторов изменения окружающей среды.

Попытки увязать представления о различных функциях почв с их экономической оценкой на основе отработанных принципов единичны (Comerford et al., 2013; Robinson et al., 2014). Более распространены оценки биологической продуктивности, запасов углерода, минерального сырья, связанного с почвой (Toth et al., 2008, 2013). Комплексную экономическую оценку экосистемных услуг почвы проводят экологи широкого профиля и экономисты, взаимодействие которых на сегодняшний день явно недостаточно. Представляется, что почвоведы с присущим им системным видением природы могут внести свой вклад в экономическую оценку ресурсного потенциала как мощный рычаг управления хозяйством, и в ряде случаев скорректировать имеющиеся “беспочвенные” оценки. Для этого необходимо ознакомиться с уже разработанными подходами. Именно этой стороне изучения экосистемных услуг и уделено основное внимание в данном обзоре.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

История развития концепции экосистемных услуг подробно рассмотрена в коллективной монографии (Daily, 1997), а история подходов к их оценке – в работе Costanza et al. (2006). Осознание зависимости самого существования человека от природных условий и того, что неразумное землепользование может привести к неблагоприятным последствиям, появилось еще в античности, в частности, в работах Платона (Hillel, 1991). Понятие “услуги” (services) (т.е. определенные выгоды, получаемые человеком от природы) в его современном звучании связывают с коллективным

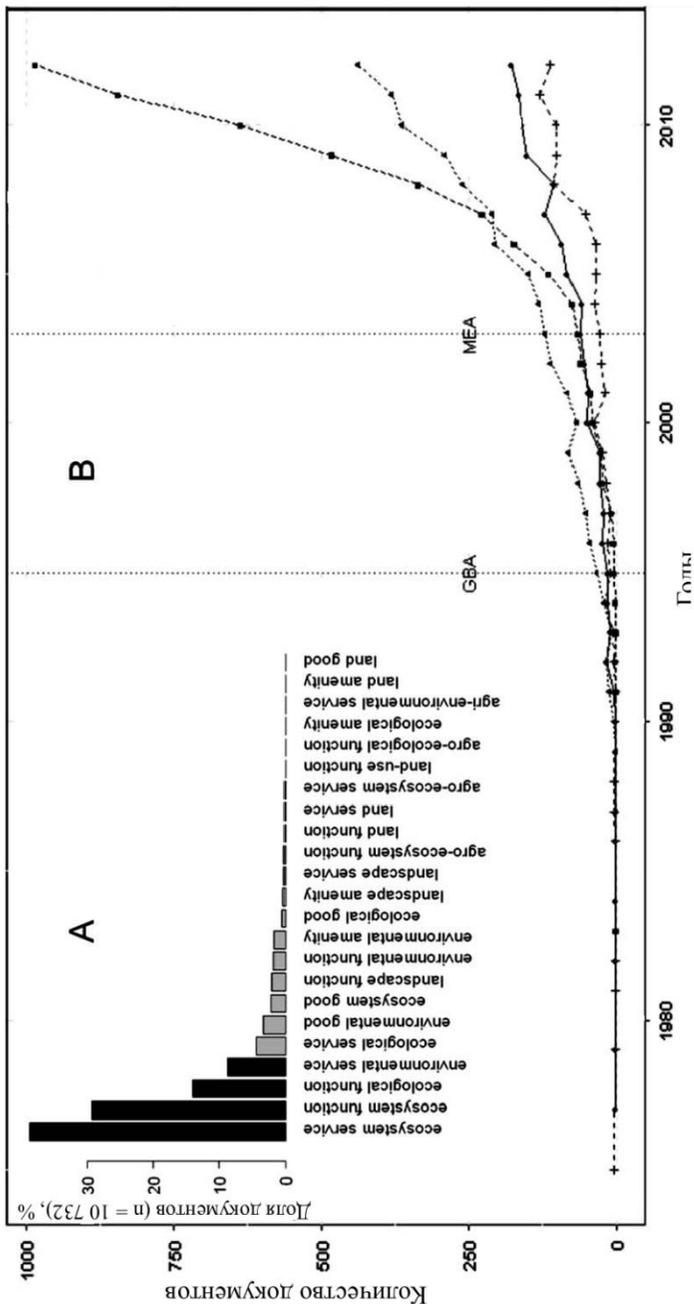
трудом, посвященном критическим проблемам состояния окружающей среды (Wilson, Matthews, 1970). Этот термин употреблялся в несколько разных звучаниях: услуги природы (natural services – Holdren, Ehrlich, 1974; nature's services – Westman, 1977), услуги окружающей среды (environmental services – Wilson, Matthews, 1970; public services of the global environment – Ehrlich et al., 1977) и, наконец, экосистемные услуги (ecosystem services – Ehrlich, Ehrlich, 1981). Однако более популярным в почвоведении и экологии долгое время оставался термин “functions” (функции) (De Groot, 1992) или комбинация “public-service functions of the global environment” (Holdren, Ehrlich, 1974).

Ситуация изменилась в связи с подготовкой “Оценки экосистем на пороге тысячелетия” (Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2003, 2005) – гигантского коллективного (более 2000 авторов) труда, предпринятого по инициативе генерального секретаря ООН Кофи Аннана, высказанной в его речи на Генеральной Ассамблее ООН в 2000 г. “Мы – народы: роль Объединенных Наций в XXI веке”. Целью оценки было охарактеризовать современное состояние экосистем планеты и создать научную основу действий, необходимых для их сохранения и рационального использования во благо человечества. В 2003 г. была разработана общая программа оценки (Framework for Assessment); в 2005 г. изданы 4 тома оценочных докладов и обобщающие доклады (synthesis reports) по общей оценке состояния и тенденций развития экосистем, оценке биоразнообразия, оценке опустынивания, оценке водно-болотных угодий, оценке воздействия на здоровье человека, и оценке возможностей для бизнеса и индустрии. Обобщающие доклады были переведены на несколько языков, в том числе русский (Оценка экосистем..., 2005). Программное заявление Совета МЕА по итогам оценки: “Мы живем не по средствам. Природные богатства и благосостояние человека” (Совет..., 2005), – подчеркивает, что способность экосистем планеты поддерживать будущие поколения более не может считаться гарантированным даром природы, а защита природного богатства должна рассматриваться не как дополнительная опция, но как центральная задача человечества, не менее важная, чем повышение благосостояния и обеспечение национальной безопасности. Все основные материалы МЕА можно найти на сайте www.millenniumassessment.org.

Материалы МЕА узаконили подходы к оценке экосистемных услуг и их типизацию. Термин “услуги” стал преобладающим в литературе. Хороший анализ терминологии по оценке услуг агроэкосистем приведен в работе Tancoigne et al. (2014). Количество публикаций в этой области за прошедшие 10 лет выросло в несколько раз, а использование термина “экосистемные услуги” в них заметно преобладает (рис. 1).

Следующим важным шагом развития и практического использования концепции экосистемных услуг стало утверждение глобальной инициативы ТЕЕВ, решение о которой было принято на совещании министров по охране окружающей среды стран G8+5 в 2007 г. Материалы ТЕЕВ (2010 Sukhdev et al., 2014 и др.) доступны в интернете (<http://www.teebweb.org>). Данная инициатива базируется на трех ключевых принципах: 1 – признание ценности экосистем, ландшафтов, биоразнообразия; 2 – выражение этой ценности (как рыночной, так и нерыночной) в экономических категориях; 3 – выработка механизмов учета услуг и благ, предоставляемых экосистемами, в планировании хозяйственной деятельности.

В настоящее время практический учет экосистемных услуг ведется во многих странах. Лидерами являются страны Евросоюза, для многих из которых были выполнены оценки экосистемных услуг на национальном уровне (Brouwer et al., 2013; Economic Commission..., 2007; Glæsner et al., 2014). Как отмечают американские авторы (Ruhl et al., 2007), современная политика поощрения перехода к экологически безопасному (“зеленому”) способу сельскохозяйственного производства в странах Евросоюза оказалась более эффективной, чем в США, хотя именно США, просто в силу более значительных земельных ресурсов, включая водно-болотные угодья, леса, нетронутые экосистемы обладают значительным потенциалом увеличения производства экосистемных услуг. Национальные программы в этой области развиваются в Великобритании (Department..., 2007; Haines-Young, Potschin, 2008; Hester, Harrison, 2010; Newcome et al., 2005), Бельгии (Jacobs



Query terms: ▲ Ecological function ■ Ecosystem function ◆ Ecosystem service + Environmental service
Рис. 1. Частота встречаемости различных терминов (А) и рост числа публикаций с терминами “environmental service”, “ecological function”, “ecosystem function”, “ecosystem service” (В) по базе Web of Science, 1975–2012 (Tancoigne et al., 2014).

et al., 2014); Голландии (Brouwer et al., 2013), Германии (Nkonya et al., 2013), Новой Зеландии (Kaval, 2010; Dominati et al., 2010; Dominati, 2013; Samarasinghe et al., 2013) и др. Пилотные проекты осуществляются в разных регионах мира: Бразилии (Börnera et al., 2007), Колумбии (Lavelle et al., 2014), Испании (Brey et al., 2007). За последние годы активизировалось участие американских ученых. Если на конференции почвенной службы 2003 г. (National..., 2003) обсуждались общие вопросы включения в программу работ изучение экосистемных функций и услуг, вопросы терминологии и методов исследования, то в настоящее время и почвоведомы (Comerford et al., 2013), и специалистами по оценке экосистемных услуг (Havstad et al., 2007; Gan, McCarl, 2007) эти работы активно ведутся. Примечательно, что комплексный пилотный проект по оценке экосистемных услуг и природного капитала штата Нью Джерси (Costanza et al., 2006; www.state.nj.us/dep/dsr/naturalcap/natcap-2.pdf) получил почти 14 000 ссылок! Представляется, что в ближайшем будущем количество и качество исследований по этой проблеме будет возрастать, и они будут востребованы обществом.

ТИПИЗАЦИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ И ПРИНЦИПЫ ИХ ОЦЕНКИ

Основы типизации экосистемных функций, благ и услуг были предложены в статье Р. де Грута и др. (De Groot et al., 2002). Услуги экосистем и предоставляемые блага (goods) рассматривались как результат их функций, оцениваемый с позиции человека. Было выделено 4 группы функций и соответствующие им услуги: *регулирующие, производственные, информационные и местообитания*. Функции экосистем – предмет изучения естественных наук, призванных раскрыть механизмы (движущие силы) и структуры, обеспечивающие эти функции. Например, производство пищевых ресурсов (производственная функция) основано на преобразовании солнечной энергии в растительное и животное вещество. Производственные услуги предполагают оценку произведенной биомассы, ее потребительскую стоимость. Функция регулирования газового состава атмосферы основана на биогеохимических циклах в экосистемах. В качестве соответствующих услуг рассматривается защита от ультрафиолетового излучения, поддержание качества воздуха, влияние на климатические особенности. Однако точного

однозначного разграничения функций и услуг в этой работе не предлагалось. В подходе МЕА экосистемные услуги рассматриваются в связи с благополучием человека. Услуги поделены на 3 оцениваемые группы: *обеспечивающие*, снабженческие (*provisioning*) (обеспечивающие человечество продуктами питания, сырьем, чистой водой, топливом, сырьем для фармацевтической промышленности и т.п.); *регулирующие* (регулирование климата, паводков, состава атмосферного воздуха и концентрации парниковых газов, смягчение последствий катастрофических явлений (цунами, наводнения, оползни и др.), очистка сточных вод, предотвращение эрозии, опыление растений, биологический контроль вредителей и переносчиков болезней и т.д.); *культурные* (рекреационные, туристические, эстетические, духовные и священные (святые места)). Четвертая группа – *базовые (поддерживающие – supporting)* услуги (или услуги местообитания (*habitat*)), обеспечивающие производство всех остальных видов услуг. Они включают, в частности, такие услуги, как почвообразование, биологический круговорот элементов, фотосинтез. Согласно ТЕЕВ (2010), последняя категория услуг непосредственно не оценивается; она рассматривается как необходимое условие производства всех остальных услуг. Особое внимание уделяется биоразнообразию, как такой характеристике экосистем, которая влияет практически на все экосистемные услуги (Wall, 2012; Ninan, 2009). Экосистемные услуги прямо и косвенно влияют на благополучие человека, оцениваемое с позиций безопасности, базовой обеспеченности, здоровья, социальных отношений и свободы выбора и действий (МЕА, 2003).

Следует отметить, что работа по типизации и согласованию списка экосистемных услуг продолжается (ТЕЕВ, 2010; Haines-Young, Potschin, 2012, 2014). Расширение этого списка означает и расширение критериев, по которым проводится оценка экосистемных услуг и общеэкономической ценности экосистем, естественного капитала территории. Это может приводить к двойному учету, когда одна и та же экосистемная функция оценивается несколько раз с несколько разных позиций. Как отмечено в работе Fu et al. (2011), для более строгих и сравнимых между собой экономических оценок важно разработать более четкие определения экосистемных процессов, функций и услуг.

В подходе ТЕЕВ заложена следующая парадигма. Экосистема (ландшафтная структура) с присущими ей процессами обеспечивает определенные функции, которые потенциально могут быть использованы человеком; их использование означает возникновение услуг, приносящих выгоды (ценности). Стремление к выгоде создает давление на экосистемы, которое необходимо и возможно регулировать, оценивая изменения в выгоде при изменении структуры и функций экосистем (рис. 2).

Подходы к оценке экосистемных услуг почв заслуживают отдельного обсуждения. В рамках ТЕЕВ почвообразование и круговорот элементов рассматриваются как базовые (поддерживающие) услуги и, соответственно, непосредственно не оцениваются. Вместе с тем, интерес именно к почвенным услугам значителен (Glenk et al., 2011 и др.). Это связано с тем, что изменение качества экосистемных услуг (и их ценности) часто связано с непосредственным воздействием человека на почвы. Кроме того, именно почвенная информация, зачастую, – наиболее полная, насыщенная и количественными и качественными показателями. Основы подхода к оценке почвенных услуг разработаны Dominati et al. (2010). Интересный обзор подходов к экономической оценке

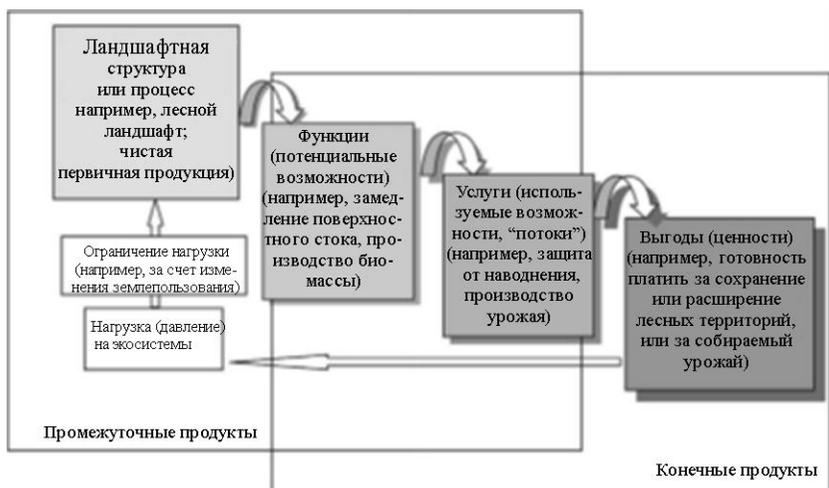


Рис. 2. Структура, функции, услуги и ценности экосистем и их учет в планировании (Haines-Young, Potschin, 2009).

почв и почвенных услуг содержится в статье Robinson et al. (2014). Снабженческие услуги почв могут оцениваться по рыночной стоимости продуктов – почвенного сырья (плодородный слой, используемый в ландшафтной архитектуре, торфяные смеси, дерн и т.п.). Средняя цена материала верхнего плодородного слоя почв составляет порядка 22 \$ за тонну в США и Канаде и 47 \$ в Великобритании. Пересчет на вес верхнего (30 см) слоя почвы дает оценку в 100–200 тыс. \$/га! Более сложные способы оценки должны применяться для регулирующих и культурных услуг почвы (в последние входят, в частности, почва как место погребений; почва, как место сохранения артефактов; почва, как рекреационная зона; почва, как эстетическая ценность).

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Как отмечают многие авторы (например, Jacobs et al, 2014), сам термин “оценка” (valuation) и получаемая величина (value) в англоязычной литературе неоднозначны (еще большие сложности возникают при переводе на русский). В нее вкладывается понимание важности оцениваемых явлений для человека, а результаты и методы оценки могут различаться в зависимости от ее целей. По отношению к экосистемным услугам различают три вида оценки: *экологическую* (базируемую на индикаторах состояния экосистем и определяющую их здоровье – способность выполнять свои функции); *монетарную* (удобную тем, что ее легко интегрировать в механизмы принятия решений и привычную для рынка, но имеющую серьезные недостатки, поскольку она отражает текущее состояние экономики, далекое от устойчивой (sustainable) экономики, достижение которой и является главной целью); *социальную*, направленную не столько на экосистемные услуги как таковые, но на их восприятие обществом с целью снятия возможных конфликтов и обеспечения согласованных решений.

Целью монетарных оценок является нахождение полной экономической стоимости (total economic value) экосистем, структура которой включает стоимости как используемых услуг (use values), так и неиспользуемых услуг (nonuse values) (рис. 3).

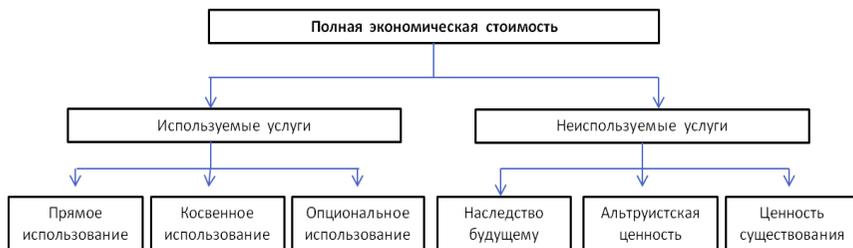


Рис. 3. Составляющие полной экономической стоимости (Jacobs et al., 2014).

Услуги прямого использования делятся на отчуждаемые (урожай или сырье) и неотчуждаемые (например, эстетические). Услуги косвенного использования – преимущественно связаны с регулируемыми функциями экосистем (например, регулирование качества воздуха, предотвращение эрозии и др.). Опциональное использование характеризует возможное применение услуг в будущем, причем мы можем и не догадываться о том, какие это будут услуги.

Неиспользуемые услуги не имеют определенных инструментальных характеристик; они отражают удовлетворение человека от осознания того, что будущие поколения также будут иметь доступ к экосистемным услугам, оставляемым им в наследство (bequest value), или от того, что мы осознаем, что другие люди также имеют доступ к благам природы (altruistic value), или от самого факта существования этих благ (existence value; например, знание того, что в природе существуют определенные виды (тигр), безотносительно к тому, можем мы (или другие люди) это как-то использовать).

Для каждого из этих видов стоимости (ценности) существуют свои методы монетарной оценки. Наиболее просты *методы рыночной оценки* (market price methods), используемые для отчуждаемых снабженческих услуг (пища, вода, сырье). При этом следует учитывать, что рынки могут быть нарушенными (монополизированными, субсидированными) и не всегда в рыночную стоимость включаются все необходимые затраты (например, затраты, связанные с необходимостью предотвращения загрязнения окружающей среды). Для объективной оценки возможна корректировка рыночных цен.

Методы для оценки услуг, не торгуемых на рынке (преимущественно, это регулирующие и культурные услуги), основаны на ряде предположений и обычно требуют серьезной статистической работы. При их использовании необходимо четко осознавать ограничения этих методов (Swinton et al., 2007; Costanza et al., 2006 и др.).

Метод предотвращенных затрат (avoided cost) основан на оценке возможных затрат при отсутствии данной услуги, например, затрат по защите от наводнений, если бы не существовало природной регуляции гидрологического режима рек (во многом обеспечиваемой водно-болотными экосистемами, которым, поэтому придается очень большое значение).

Метод замещающих затрат (replacement cost) схож по смыслу – оцениваются затраты на потенциальное замещение экосистемных услуг услугами, произведенными человеком (например, очисткой загрязнений).

Метод факторно-обусловленного дохода (factor income) оценивает дополнительную прибыль (доход) за счет косвенного использования услуг природы, например, природная очистка воды увеличивает доходы рыбных хозяйств.

Метод транспортных затрат (travel cost) основан на учете тех затрат, которые человек готов понести, чтобы получить доступ к данной услуге (учитывается не только “цена билета”, но вся совокупность затрат, включая затраты времени). Часто используется при оценке рекреационных услуг.

Метод гедонистического ценообразования (hedonic pricing) оценивает экосистемные услуги по разности в цене одинаковых товаров (жилья!) в зависимости от окружающей среды. Так, цена одинакового по комфорту жилья первой линии у моря и удаленного от моря будет сильно различаться. Он удобен для оценки эстетических (культурных) услуг экосистем.

Метод условной оценки контингента (contingent valuation) основан на опросе определенной группы (контингента) людей об их готовности платить за различные сценарии изменения землепользования.

Схожий *метод групповой оценки* (group valuation) основан на оценках не индивидуальных пользователей, а согласованных групповых оценках.

Общим для многих методов является подход, называемый *готовностью платить* (willingness to pay). Для ее выяснения разрабатываются специальные опросники. После того, как такие первичные опросные исследования (или исследования цен на рынке) проведены, для определения цены экосистемных услуг используют подход переноса стоимости (value transfer) – т.е. экстраполируют полученные оценки на сходные по условиям территории. Так в конечном итоге определяется стоимость экосистемных услуг для регионов, стран и всего мира.

Существенной частью такой оценки является ее картографическое обеспечение (Grêt-Regamey et al., 2015; Maes et al., 2012). Количество карт, созданных для оценки экосистемных услуг, в том числе карт, базирующихся на почвенной информации, велико. Предлагается использовать для этой цели подходы педометрики (Rossiter, 2012).

ГЛОБАЛЬНЫЕ ОЦЕНКИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Первой комплексной глобальной оценкой экосистемных услуг и природного капитала явилась работа Роберта Констанза и др., опубликованная в журнале Nature (Constanza et al., 1997). Оценивалось 17 видов услуг (включая товарные услуги, такие как производство пищи) для 16 основных биомов (включая открытое море и прибрежные экосистемы). Диапазон итоговой оценки – от 16 до 54 трлн \$/год (средняя 33 млн \$), причем, с учетом характера неопределенностей, эта величина рассматривалась как минимальная. Вклад морских и прибрежных экосистем оценивался средней величиной 20.9 трлн \$; лесных – 4.7 трлн \$, водно-болотных – 4.9 трлн \$. На тот период валовой национальный продукт для всего мира составлял 18 трлн \$.

Новый обзор оценок (320 публикаций с 1350 оценками) был проведен Р. де Грутом и др. (De Groot et al., 2012). В него вошли 10 биомов и 22 услуги экосистем. Приведены средние, минимальные и максимальные оценки (из общего количества для анализа было выбрано 650 сравнимых оценок) в долларах на гектар в год. Средние оценки (для всей суммы услуг) колеблются от 490 \$/га в год (открытый океан) до 352 000 \$/га в год (коралловые рифы). Минимальные и максимальные оценки зачастую расходятся на 1–2 порядка. Примечательно, что, как и в работе Constanza et al.

(1997), основная часть стоимости экосистемных услуг не оценивается непосредственно рынком. Рыночная оценка преимущественно используется для обеспечивающих услуг. Регулирующие услуги оцениваются методами замещающих затрат или предотвращенных затрат. Услуги местообитания (поддерживающие услуги) могут быть оценены как рынком, так и методом факторно-обусловленной прибыли или опросом контингента. Наконец, культурные услуги оцениваются рынком и методом транспортных затрат. Стоимость (важность!) услуг определяется отношением к ним. Так, большое внимание, уделяемое водно-болотным угодьям, привело к тому, что совокупность их услуг оценивается в 25 682 \$/га в год, намного превышая услуги и тропического и умеренного (5 264 и 3 013 \$/га в год) лесных биомов и травяных экосистем (grasslands) – 2 871 \$/га в год).

Следует подчеркнуть, что такие оценки, безусловно, любопытны, но не несут большого практического смысла. Некоторые из экосистемных услуг, например, регулирование климата или регулирование и поддержание газового состава атмосферы – оценить невозможно. Священные рощи Индии бесценны для местного населения, хотя, если оценивать их по готовности платить – оценка не будет высокой (в силу бедности). Более важными являются сравнительные оценки изменения стоимости экосистемных услуг при тех или иных хозяйственных решениях.

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНЦЕПЦИИ ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ

Общая логика решений в области регулирования экосистемных услуг: признание проблемы может быть проиллюстрирована следующей схемой (рис. 4).

Разработка конкретных планов должна основываться на информации об оценке экосистемных услуг. Для определенной территории выделяются все экосистемы (агроэкосистемы) и для них расписываются все экосистемные услуги (по утвержденному списку). Оценка может быть выражена в денежном эквиваленте или просто в баллах (качественная оценка). Подсчитывается итоговая сумма. Далее рассматриваются планы по изменению землепользования (например, по переводу земельных угодий из фонда



Рис. 4. От признания проблемы к ее решению (ТЕЕВ).

пашни в лесные земли) или техногенной нагрузки на ландшафты (оценка воздействия) и делается перерасчет. Выбираются оптимальные варианты.

Сложной задачей является выработка побудительных мотивов для конкретных землепользователей для создания экологически оптимального ландшафта с учетом всех хозяйств (Parkhurst, Shogren, 2007). Например, с точки зрения природоохранных задач, важно обеспечить экологические коридоры для диких видов, а не только охрану мест их размножения. Вводится понятие “кооперационного бонуса” – выигрыша, который могут получить все землепользователи (за счет улучшения качества среды), хотя каждый землепользователь на своем участке может и не иметь такого (Goldman et al., 2007).

Другой сложной проблемой является сбалансированность решений на разных уровнях. Например, усиление охраны лесов в одном месте может привести к их более хищническому истреблению в другом (за счет давления на рынок) (Gan, McCarl, 2007). Приходится “думать глобально, действовать локально”.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выделение, картографирование и оценка экосистемных услуг проводятся с конечной целью обеспечить устойчивое развитие общества и благосостояние человека. Развиваемые экологи-

экономические подходы призваны усилить роль рыночных механизмов в деле защиты окружающей среды. Этот подход представляется перспективным, хотя в настоящее время в нем немало спорных моментов. Разделение экосистемных услуг на три группы (обеспечивающие, регулирующие и культурные услуги) является устоявшимся. Однако, представляется, что наше понимание того, как определенные воздействия, изменения в землепользовании влияют на эти услуги (например, на регулирование климата) пока далеки от совершенства. Вероятно, более важно вычленение таких услуг (и соответствующих им функций экосистем, включая почвы), которые являются наиболее чувствительными к человеческому воздействию, и изменения в которых очевидным образом влияют на качество среды обитания. При переходе от экологических основ оценки воздействия к экономическим расчетам необходим тщательный контроль. Необходимо разделять природные основы дифференциации землепользования – качество почв, унаследованное от природы – от возможных изменений (и благоприятных и неблагоприятных) в результате действия человека. Данное направление исследований – еще очень молодо. Его привлекательной стороной является тесное сотрудничество ученых разных специальностей, среди которых почвоведы могут и должны занять достойное место.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах. М.: Наука, 1990. 261 с.
2. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экологические функции почвы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. 137 с.
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2012. 412 с.
4. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: биоразнообразие. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 98 с.
5. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: опустынивание. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 36 с.
6. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: возможности и испытания для бизнеса и про-

изводства. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 36 с.

7. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благо- состояние человека: водно-болотные угодья и водные ресурсы. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 80 с.

8. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благо- состояние человека. Синтез, Island Press, 2005, 154 с.

9. Совет по оценке экосистем на пороге тысячелетия. Мы живем не по средствам. Заявление совета, 2005, 24 с.

10. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере / Под ред. Добровольского Г.В. М.: ГЕОС, 1999, 278 с.

11. *Barrios E.* Soil Biota, ecosystem services and land productivity // *Ecological Economics*. 2007. No. 64. P. 333–343.

12. *Blum W.E.H.* Functions of soil for society and the environment // *Rev. Environ. Sci. Technol.* 2005. No. 4. P. 75–79.

13. *Blum W.E.H.* Soil indicators for decision making – sharing knowledge between science, stakeholders and politics // *Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions*. 13th International Soil Conservation Organisation Conference. Brisbane, 2004. Paper 202, P. 5.

14. *Blum W.E.H.* Sustainable management of land and soil multi- functionality. A report in China, Feb. 2012. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/Presentation_chin_a_feb2012/Blum-2.pdf

15. *Börnera J, Mendoza A., Vosti S.A.* Ecosystem services, agriculture, and rural poverty in the Eastern Brazilian Amazon: Interrelationships and policy prescriptions // *Ecological Economics*. 2007. No. 64. P. 356–373.

16. *Braat L.C., De Groot R.* The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and devel- opment, and public and private policy // *Ecosystem Services*. 2012. Vol. 1. P. 4–15.

17. *Brey R., Riera P., Mogas J.* Estimation of forest values using choice modeling: An application to Spanish forests // *Ecological Economics*. 2007. No. 64. P. 269–285.

18. *Brouwer R., Brander L., Kuik O., Papyrakis E., Bateman I.* A syn- thesis of approaches to assess and value ecosystem services in the EU in the context of TEEB. Final Report, Univ. of Amsterdam, 2013, 144 p.

19. *Comerford N.B., Franzluebbers A.J. Stromberger M.E., Morris L., Markewitz D., Moore R.* Assessment and evaluation of soil ecosystem services. *Soil Horizons*. 2013. 14 p.
20. *Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S. Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeen S., O'Neill R.V.O., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., and Van den Belt M.* The value of the world's ecosystem services and natural capital // *Nature*. 1997. Vol. 387. P. 253–260.
21. *Costanza R., Wilson M., Troy A., Voinov A., Liu, S., and D'Agostino J.* The Value of New Jersey's Ecosystem Services and Natural Capital. New Jersey Department of Environmental Protection, 2006, 179 p.
22. *Daily G.C.* (Ed.). *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*, Island Press, 1997. 415 p.
23. *De Groot R.* *Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1992, 317 p.
24. *De Groot R., Brander L., Van der Ploeg S., Costanza R., Bernard F., Braat L., Christie M., Crossman N., Ghermandi A., Hein L., Hussain S., Kumar P., McVitie A., Portela R., Rodriguez L.C., ten Brink P., van Beukering P.* Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units // *Ecosystem Services*. 2012. Vol. 1. P. 50–61.
25. *De Groot R.S., Wilson M.A., Boumans R.M.J.* A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services // *Ecological Economics*. 2002. Vol. 41. P. 393–408.
26. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). *An Introductory Guide to Valuing Ecosystem Services*, Crown, UK, 2007, 68 pp.
27. *Dominati E., Mackay A., Patterson M.* Modelling the provision of ecosystem services from soil natural capital // 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 2010, Brisbane, Australia. Published on DVD.
28. *Dominati E.J.* Natural capital and ecosystem services of soils // *Ecosystem Services in New Zealand — Conditions and Trends*. Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand, 2013. pp 132–142.
29. Economic Commission for Europe, *Recommendations on Payments for Ecosystem Services in Integrated Water Resources Management*, United Nations Publications, New York and Geneva, 2007. 60 pp.

30. *Ehrlich P., Ehrlich A.* Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species, New York: Random House, 1981.
31. *Ehrlich P., Ehrlich A., Holdren J.* Ecoscience: Population, Resources, Environment. San Francisco: W.H. Freeman, 1977.
32. *Fu B.-J., Su C.-H., Wei Y.-P., Willett I.R., Lu Y.-H, Liu G.-H.* Double counting in ecosystem services valuation: causes and countermeasures // *Ecol. Res.* 2011. Vol. 26. P. 1–14.
33. *Gan J. McCarl B.A.* Measuring transnational leakage of forest conservation // *Ecological Economics.* 2007. No. 64. P. 423–432.
34. *oGlæsner N., Helming K, de Vries W.* Do current European policies prevent soil threats and support soil functions? /// *Sustainability.* 2014. No. 6. P. 9538-9563.
35. *Glenk K., McVittie, Moran D.* Soil and Soil Organic Carbon within an Ecosystem Service Approach Linking Biophysical and Economic Data. Scottish Agricultural College, 2011. 43 pp.
36. *Goldman R.L., Thompson B.H., Daily G.C.* Institutional incentives for managing the landscape: Inducing cooperation for the production of ecosystem services // *Ecological Economics.* 2007. No. 64. P. 333–343.
37. *Grêt-Regamey A., Weibel B., Kienast F., Rabe S.-E., Zulian G.* A tiered approach for mapping ecosystem services // *Ecosystem Services.* 2015. Vol. 13. P. 16–27.
38. *Haines-Young R. and Potschin M.* Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation of Version 4, August-December, 2012. 34 p.
39. *Haines-Young R., Potschin M.* England's Terrestrial Ecosystem Services and the Rationale for an Ecosystem Approach. Full Technical Report to DEFRA (project code NR0107), Univ. of Nottingham, UK, 2008, 89 p. [www.ecosystemsercives.org.uk]
40. *Haines-Young R., Potschin M.* The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being // *Ecosystem Ecology: A New Synthesis* / Eds. Raffaelli D., Frid C. Cambridge Univ. Press, 2009. P. 110–139.
41. *Haines-Young R., Potschin M.* Typology/classification of ecosystem services // *OpenNESS Ecosystem Services Reference Book* / Eds. Potschin M., Jax K. 2014. P. 1–8. <http://www.openness-project.eu/library/reference-book>
42. *Havstad K.M., Peters D.P.C., Skaggs R., Brown J., Bestelmeyer B., Fredrickson E., Herricj J., Wright J.* Ecological services to and from

rangelands of the United States // *Ecological Economics*. 2007. No. 64. P. 261–268.

43. *Hester R.E., Harrison R.M.* (Ed.). *Ecosystem Services (Issues in Environmental Science and Technology 30)*. Royal Soc. Chem. Publishing (RSC Publishing), 2010, 193 p.

44. *Hillel D.* *Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil*. Univ. of California Press, 1991, 321 p.

45. *Holdren J., Ehrlich P.* Human population and the global environment // *Am. Scientist*. 1974. Vol. 62. P. 282–292.

46. *Jacobs S., Dendoncker N., Keune H.* (Eds.). *Ecosystem Services. Global Issues, Local Practices*, Elsevier, 2014. 411 p.

47. *Kaval P.* *A Summary of Ecosystem Service Valuation Methods and Recommendations for Future Studies*. Economics Dept. Univ. of Waikato, Hamilton, New Zealand, 2010. 13 p.

48. *Lal R. et al.* (ed.). *Ecosystem Services and Carbon Sequestration in the Biosphere*. Springer, 2013. 466 p.

49. *Lal R.* Soil conservation and ecosystem services // *Internat. Soil Water Conservation Res.* 2014. Vol. 2. No. 3. P. 36–47.

50. *Lavelle P., Decaëns T., Auber M., Barot S., Blouin M., Bureau F., Margerie P., Mora P., Rossi J.-P.* Soil invertebrates and ecosystem services // *Europ. J. Soil Biol.* 2006. Vol. 42. P. 3–15.

51. *Lavelle P., Rodriguez N., Arguello O. et al.* Soil ecosystem services and land use in the rapidly changing Orinoco River basin of Colombia, Agric. // *Ecosystems Environm.* 2014. Vol. 185. P. 106–117.

52. *Maes J., Egoh B., Willemen L., Liqueste C., Vihervaara P., Schägner J.Ph., Grizetti B., Drakou E.G., La Notte A., Zulian G., Bouraoui F., Paracchini M.L., Braat L., Bidoglio G.* Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union // *Ecosystem Services*. 2012. Vol. 1. P. 31–39.

53. MEA. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, 2003. 266 p.

54. MEA. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Vol. 1. Island Press, 2005. 919 p.

55. MEA. *Ecosystems and Human Well-being: Multiscale Assessments*. Vol. 4. Island Press, 2005. 389 p.

56. MEA. *Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses*. Vol. 3. Island Press, 2005. 623 p.

57. MEA. Ecosystems and Human Well-being: Scenarios. Vol. 2. Island Press, 2005. 561 p.
58. National Cooperative Soil Survey Conference. Soil Information for a Changing World. Committee 2. Ecological Interpretations and Principles. Plymouth, Massachusetts, USA. 200377 p.
59. *Newcome J., Provins A., Johns H., Ozdemiroglu E., Ghazoul J., Burgess D., Turner K.* The Economic, Social and Ecological Value of Ecosystem Services: A Literature Review. EFTEC, UK, 2005. 47 p.
60. *Ninan K.N.* (ed.) Conserving and Valuing Ecosystem Services and Biodiversity. Economic, Institutional, and Social Challenges. Earthscan, Sterling VA, USA, 2009. 433 p.
61. *Nkonya E., von Braun J., Mirzabaev A., Le B.Q., Kwon H.Y., Kato E., Kirui O. and Gerber N.* Economics of Land Degradation Initiative: Methods and Approach for Global and National Assessments (Basic standards for comparable assessments). Draft for Discussion, Univ. of Bonn, 2013. 34 p.
62. *Parkhurst G.M., Shogren J.F.* Spatial incentives to coordinate contiguous habitat // *Ecological Economics*. 2007. No. 64. pp. 344–355.
63. *Robinson D.A., Fraser I., Dominati E.J., et al.* On the value of soil resources in the context of natural capital and ecosystem service delivery // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2014. Vol. 78. pp. 685–700.
64. *Rossiter D.G.* A pedometric approach to valuing the soil resource. 2012.
65. *Ruhl J.B., Kraft S.E., Lant C.L.* The Law and Policy of Ecosystem Services. Island Press, 2007. 359 p.
66. *Samarasinghe O., Greenhalgh S., Vesely E.-T.* Looking at Soils through the Natural Capital and Ecosystem Services Lens. Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand, 2013. 37 p.
67. Soil Ecosystem Services. Symp. 2 at the 19th WSSC. Brisbane, Australia, 2010. 70 p.
68. *Sukhdev P., Wittmer H., and Miller D.* The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): Challenges and Responses // *Nature in the Balance: The Economics of Biodiversity* Oxford. Oxford University Press, 2014.
69. *Swinton S.M., Lupi F., Robertson G.Ph., Hamilton S.K.* Ecosystem services and agriculture: Cultivating agricultural ecosystems for diverse benefits // *Ecological Economics*. 2007. No. 64. pp. 245–252.

70. *Tancoigne E., Barbier M., Cointet J-Ph., Richard G.* The place of agricultural sciences in the literature on ecosystem services // *Ecosystem Services*. 2014. Vol. 10. pp. 35–48.
71. TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB*. Progress Press, Malta, 2010. 39 p.
72. TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations* / Ed. Kumar P. Earthscan, 2010. 422 p.
73. *Tóth G., Gardi C., Bódis K., Ivits E., Aksoy E., Jones A., Jeffrey S., Petursdottir T., Montanarella L.* Continental-scale assessment of provisioning soil functions in Europe. *Ecological Processes*, 2013. Vol. 2. pp. 32–50.
74. *Tóth G., Montanarella L. and Rusco E.* (eds.). *Threats to Soil Quality in Europe*. JRC Scientific and Technical Reports. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 2008. 162 p.
75. *Wall D.H.* (ed.). *Sustaining Biodiversity and Ecosystem Services in Soils and Sediments (SCOPE 64)*. Island Press, 2004. 298 p.
76. *Wall D.H. et al.* *Soil Ecology and Ecosystem Services*. Oxford Univ. Press, 2012. 421 p.
77. *Westman W.E.* How much are nature's services worth? // *Science*. 1977. Vol. 197. pp. 960–964.
78. *Wilson C.M., Matthews W.H.* (eds.). *Man's Impact on the Global Environment. Report of the Study of Critical Environmental Problems (SCEP)*. M.I.T. Press, Cambridge, Mass., London, 1970. 319 p.

THE DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF ECOSYSTEM SERVICES: A REVIEW OF FOREIGN PUBLICATIONS

D. E. Konyushkov

*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 119017, Russia, Moscow, Pyzhevskii 7, bld. 2
e-mail: dkonyushkov@yandex.ru*

Foreign publications devoted to the problems of determination and valuation of ecosystem services and their practical application in planning economic activities are under review. This direction of studies is being rapidly developed. It was clearly shaped after the global Millennium

Ecosystem Assessment performed in 2005 on the initiative of the United Nations. In the recent decade, this direction has got an official status; specialized journals have been founded; regular conferences and workshops have been conducted. The number of publications in this field has increased considerably. The contribution of soil scientists to the valuation of ecosystem services remains modest. It is argued that the assessment and valuation of the ecosystem services of soils is a promising direction for soil science. Ecosystem services are subdivided into the groups of provisional, regulating, cultural, and supporting services. The latter group is considered the natural basis ensuring the efficient performance of other ecosystem services with their direct or indirect impact on human well-being. The assessment of ecosystem services implies three major directions: ecological, economic (monetary), and social. For each of the groups of ecosystem services, specific methods of their economic valuation are applied. Thus, provisional services are mainly assessed according to their market values. The contribution of provisional services to the total value of ecosystem services is relatively small. Regulating services are often estimated by the avoided cost and replacement cost methods, and cultural services (recreation, inspiration source, aesthetic value, spiritual value) are valued by the travel cost method. The methods of nonmarketable valuation are essentially based on the willingness-to-pay approach. Upon valuation of ecosystem services at the local level, a systems approach should be applied; it is necessary to taken into account cooperation bonus obtained by the particular stakeholders. It should also be noted that the removal of additional pressures from ecosystems in a given place might result in the increase of the anthropogenic loads on ecosystems in other places. The separation, mapping, and valuation of ecosystem services are performed with an ultimate goal to ensure sustainable development of the society and human well-being. The ecological and economic approaches in this field are actually aimed at strengthening of the role of market mechanisms in the environmental protection policy.

Keywords: ecosystem services, ecosystem functions, economic valuation.