

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА
ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

На правах рукописи

Бондаренко Елена Валерьевна

ОПЫТ УЧЕТА ЭКОСИСТЕМНЫХ СЕРВИСОВ ПОЧВ ПРИ ОЦЕНКЕ
ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ (на примере УО ПЭЦ МГУ)

специальность 03.02.13 – «почвоведение» и
03.02.08 – «экология»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научные руководители:
доктор биологических наук,
О. А. Макаров
кандидат биологических наук
Е.В. Цветнов

Москва 2016

Содержание

Введение	3
Глава 1. Анализ отечественных и зарубежных исследований в области экосистемных сервисов (услуг), экологических функций почв и эколого-экономической оценки земель.	7
1.1. Экосистемные сервисы: история изучения, классификация, опыт применения.....	7
<i>1.1.1. История изучения экосистемных сервисов</i>	<i>7</i>
<i>1.1.2. Классификация экосистемных сервисов</i>	<i>10</i>
<i>1.1.3. Существующий опыт оценки экосистемных сервисов и их соотношение с экологическими функциями почв</i>	<i>12</i>
1.2. Оценка почв и земель: основные понятия и определения.....	19
<i>1.2.1. Виды оценки земли</i>	<i>19</i>
<i>1.2.2. Экономическая оценка земель</i>	<i>23</i>
<i>1.2.3. Эколого-экономическая оценка земель.....</i>	<i>25</i>
<i>1.2.4. Зарубежный опыт эколого-экономической оценки земель</i>	<i>26</i>
<i>1.2.5. Оценка на основе стоимости действия и бездействия</i>	<i>29</i>
1.3. Ущерб/вред от деградации, загрязнения и захламления земель....	31
<i>1.3.1. Деградация почв и земель</i>	<i>31</i>
<i>1.3.2. Методы оценки деградации почв и земель</i>	<i>33</i>
Глава 2. Объекты и методы исследования	47
2.1. Характеристика объекта исследования	47
2.2. Полевые методы обследования.....	52
2.3. Лабораторные методы обследования.....	53

2.4. Необходимость применения экосистемных сервисов почв при оценке ущерба/вреда от деградации земель.....	54
Глава 3. Оценка деградированности и загрязненности почв УО ПЭЦ МГУ	57
3.1. Деградированность почв и земель УО ПЭЦ МГУ.....	64
3.2. Загрязненность почв и земель УО ПЭЦ МГУ.....	70
Глава 4. Оценка ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель с учетом экосистемных сервисов	72
4.1. Расчет ущерба от загрязнения и деградации почв в соответствии с «Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Минприроды России, 1993) и «Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Минприроды России, Роскомзем, 1994).....	73
4.2. Применение "Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (от 8 июля 2010 года № 238).....	78
4.3. Стоимость работ по восстановлению загрязненных и деградированных территорий	80
4.4. Определение экосистемных сервисов почв УО ПЭЦ МГУ и их экономическая интерпретация	84
Глава 5. Оценка действия и бездействия против деградации земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова.....	92
Заключение.....	97
Выводы.....	98
Список литературы.....	100
Приложение	108

Введение

"Даже современные знания и технологии способны существенно уменьшить воздействие человека на экосистемы. Однако их потенциал вряд ли можно будет использовать в полном объеме до тех пор, пока экосистемные услуги не перестанут рассматривать как бесплатные и бесконечные, а их ценность не будут в полной мере принимать во внимание"

Оценка экосистем на пороге тысячелетия

Актуальность проблемы. Разрушение и деградация земель приводят к деградации всего ландшафта и снижению качества жизни человека. Экономическая оценка причин и последствий деградации земель крайне важна для разработки алгоритма оптимального управления земельными ресурсами на наднациональном, национальном, региональном, муниципальном уровнях, уровне отдельного хозяйства.

Подобная оценка в Российской Федерации традиционно проводится посредством расчета величины ущерба/вреда, нанесенного землям в результате проявления таких процессов деградации как водная и ветровая эрозия, дегумификация, загрязнение, засоление и др. («Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами», 1993; «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель», 1994; «Методика исчисления размера ущерба, вызванного захламливанием, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы», 2008; «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», 2010). При этом величина ущерба/вреда должна учитывать стоимость работ по восстановлению (рекультивации) территории и величину упущенной выгоды. При оценке упущенной выгоды чаще всего рассчитывают убытки от неполучения/недополучения урожая той или иной сельскохозяйственной культуры в результате деградации земель, что существенно сужает содержание этого компонента ущерба от деградации земель, так как, как правило, при этом происходит не только снижение плодородия почв, но и нарушение других их функций в экосистемах и экосистемных сервисов/услуг (Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 2000, 2002, 2012; Groot et al, 2002; «Millennium Ecosystem...», 2005; Costanza et al, 2014).

За пределами России разработаны и апробированы различные методы оценки деградации земель, в том числе, опирающиеся на сопоставление цены действия (чистая

приведенная стоимость – NPV - земли при смене землепользования) и бездействия (NPV при существующем землепользовании) при протекании процессов деградации (von Braun et al., 2013). Как правило, оценка эколого-экономической эффективности того или иного планируемого землепользования сопровождается анализом экосистемных сервисов (Costanza et al., 1997, 2014).

В тоже время необходимо отметить, что учет экосистемных услуг при экономической оценке деградации земель по зарубежным методикам часто применяется для обобщенной характеристики стран и даже континентов (Nkonya et al., 2011a, 2011b; von Braun and Gerber, 2012; von Braun et al., 2012, 2013 и др.) и крайне редко - для выработки системы рационального землепользования отдельных аграрных хозяйств. Оценка ущерба от деградации земель в соответствии с российскими подходами и вовсе игнорирует применение экосистемных сервисов.

Таким образом, назрела необходимость выработки общих принципов учета экосистемных сервисов, выполняемых, в первую очередь, почвами, при экономической оценке деградации земель. Представляется, что особую актуальность исследования подобного рода имеют для отдельных аграрных хозяйств как самого низшего звена агропромышленного комплекса нашей страны, где и должна выработываться стратегия противодействия процессам деградации земель, в том числе, с применением эколого-экономических механизмов.

Как известно, почвы аграрных хозяйств Московской области испытывают значительное воздействие, связанное с деятельностью промышленности, автомобильного и железнодорожного транспорта, влиянием бытовых и промышленных отходов. Многие сельскохозяйственные участки в Подмосковье загрязнены токсичными веществами (тяжелыми металлами, нефтепродуктами, бенз(а)пиреном и др.); значительные площади подвержены различным процессам деградации – эрозии, переуплотнению, уменьшению запасов питательных веществ и т.д. Уровень указанного негативного воздействия на сельскохозяйственные предприятия существенно возрастает в ближнем Подмосковье, где присутствует значительное количество мощных источников загрязнения окружающей среды.

Цель настоящей работы: на примере Учебно-опытного почвенно-экологического центра Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (УО ПЭЦ МГУ) провести эколого-экономическую оценку деградации земель с учетом экосистемных сервисов почв.

Задачи:

1. На основе изучения физико-химических и химических свойств оценить деградированность и загрязненность почв УО ПЭЦ МГУ.
2. Рассчитать величину ущерба/вреда, причиненного почвам и землям УО ПЭЦ МГУ, в результате их деградации и загрязнения, используя принятые в Российской Федерации методические подходы, в том числе, - оценить стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель.
3. Изучить экосистемные услуги почв и земель УО ПЭЦ МГУ, определить необходимый и достаточный их перечень для оценки деградации земель хозяйства и осуществить их экономическую интерпретацию.
4. Скорректировать величину ущерба/вреда от деградации и загрязнения почв и земель УО ПЭЦ МГУ на основе экономической интерпретации экосистемных сервисов.
5. Оценить необходимость проведения работ по восстановлению деградированных территорий, используя методику «действия» / «бездействия», учитывающую экосистемные сервисы.

Научная новизна.

Описаны и экономически интерпретированы экосистемные сервисы почв агрохозяйства Российской Федерации, что позволило скорректировать величину ущерба от деградации земель и оценить эколого-экономическую целесообразность по отношению к восстановлению деградированных земель.

Показано, что суммарная величина ущерба/вреда, нанесенного деградацией земель, должна учитывать потери экосистемных услуг почв (включая убытки от неполучения/недополучения урожая) и снижение рыночной стоимости земель (в соответствии с доходным подходом к оценке недвижимости).

Установлено, что в условиях Московского региона общая величина экосистемных услуг (в том числе услуг обеспечения сельскохозяйственной продукции), существенно ниже рыночной стоимости земель, рассчитанной сравнительным подходом, что зачастую не позволяет потенциальным инвесторам воспринимать негативные качества земельных участков (деградация, загрязнение, захламление) как их существенный недостаток.

В соответствии с результатами исследований сформулированы следующие **защищаемые положения:**

1. Экономическая оценка деградации земель должна включать в себя несколько методологических подходов. Первый - учитывает стоимость рекультивационных работ и величину упущенной выгоды, второй - предполагает сопоставление различных сценариев прогнозируемого землепользования («действие/бездействие»). Каждый из указанных

подходов должен включать в себя оценку экосистемных сервисов почв в денежном выражении.

2. Суммарная величина ущерба/вреда от деградации и загрязнения почв и земель УО ПЭЦ МГУ, рассчитанная по основным российским методикам, представляет собой завышенную величину, которая не согласуется с реальными сметными величинами ущерба, в том числе, с учетом экосистемных функций.

Практическая значимость.

Предложенное использование экосистемных услуг для экономической оценки деградации земель должно явиться реальным механизмом охраны природы и разработки систем устойчивого землепользования на различных уровнях административного устройства Российской Федерации (локальном, уровне субъекта Федерации, уровне федерального округа, уровне страны в целом).

Глава 1. Анализ отечественных и зарубежных исследований в области экосистемных сервисов (услуг), экологических функций почв и эколого-экономической оценки земель.

1.1. Экосистемные сервисы: история изучения, классификация, опыт применения

1.1.1. История изучения экосистемных сервисов

Определение экосистемных сервисов (услуг) в настоящее время остается в значительной степени дискуссионным. В документах международных организаций дается простое определение: «экосистемные услуги — это выгоды, которые люди получают от экосистем» («Millennium Ecosystem...», 2005). Однако, существуют и другие варианты интерпретации экосистемных услуг:

Экосистемные услуги - это условия и процессы, посредством которых природные экосистемы и виды, населяющие их, поддерживают и осуществляют жизнь человека (Daily, 1997). Они поддерживают биоразнообразие и производство различных экосистемных благ - древесина, продукты моря, лекарственные средства и другие.

Экосистемные блага (такие как продовольствие) и услуги (такие как ассимиляция отходов) представляют выгоды, которые люди извлекают непосредственно или косвенно из экосистемных функций (Constanza et al., 1997).

Функционирование экосистем в условиях оказания услуг человечеству по данным коллективной монографии *Natura's services* (1997) было впервые описано в отчете "Исследования критических экологических проблем" (*Study of Critical Environmental Problems*, 1970). Были перечислены следующие “экологические услуги”, которые уменьшились бы, если бы было “снижение функции экосистемы”:

- борьба с вредителями
- рыболовство
- регулирование климата
- почвообразование

- круговорот веществ
- состава атмосферы

В конце 1990-х гг. была разработана концепция экосистемных услуг, для экономической оценки экологических функций экосистем, охраны окружающей среды, экологической безопасности, и обеспечения экономических, финансовых рычагов для их реализации в рамках рыночной экономики. Услуги – не бесплатны, имеют свою цену, которую необходимо учитывать в планировании хозяйственной деятельности для обеспечения устойчивого развития современного общества (Конюшков, 2015).

В 2000 году в докладе Генеральной Ассамблеи, озаглавленном «Мы — народы: Роль Организации Объединенных Наций в XXI веке» было выдвинуто предложение о проведении оценки экосистем на пороге тысячелетия (ОЭ) с целью определения степени влияния изменения состояния экосистем на благосостояние человека и обеспечения научной основы для принятия мер, необходимых для усиления природоохранной деятельности и устойчивого использования этих экосистем, а также увеличения их вклада в благосостояние человека.

Оценка экосистем на пороге тысячелетия включает оценку всего комплекса услуг, получаемых человечеством от природы в глобальных масштабах. "В целом в ходе оценки удалось тщательно проверить 24 из этих услуг. Другие услуги также были определены, однако имеющаяся информация не дает возможности провести реальную оценку их состояния. Как оказалось, польза для человечества усиливается лишь от 4 видов услуг, предоставляемых природой, в то время как польза от 15 других — снижается. Еще 5 видов услуг в целом находятся в стабильном, хотя и в несколько запущенном состоянии в некоторых частях земного шара" («Millennium Ecosystem...», 2005).

В 2003 г. была разработана общая программа оценки, а в 2005 г. изданы 4 тома оценочных докладов и обобщающие доклады по общей оценке состояния и тенденций развития экосистем, оценке опустынивания, оценке биоразнообразия, оценке водно-болотных угодий, оценке воздействия на здоровье человека, и оценке возможностей для бизнеса и индустрии.

Важным этапом развития и использования концепции экосистемных услуг было утверждение на совещании министров по охране окружающей среды стран G8 в 2007 г. глобальной инициативы ТЕЕВ. Данные ТЕЕВ 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" (Конюшков, 2015).

В настоящее время во многих странах производится учет экосистемных услуг, главным образом, во многих странах Евросоюза были выполнены оценки экосистемных услуг для обобщенной характеристики стран и даже континентов (Nkonya et al., 2011a, 2011b; von Braun and Gerber, 2012; von Braun et al., 2012, 2013 и др.). По данным Д.Е. Конюшкова, на конференции почвенной службы 2003 г. (National..., 2003) обсуждались общие вопросы включения в программу работ изучения экосистемных функций и услуг, вопросы терминологии и методов исследования. В настоящее время и почвоведомы, и специалистами по оценке экосистемных услуг данные работы активно ведутся.

Важно отметить большую роль России в оказании важнейших экосистемных услуг всей планете. Это связано с сохранившейся в естественном состоянии значительной части территории, внося, тем самым, большой вклад в планетарную стабильность. "В связи с этим идентификация экосистемных услуг, их экономическая оценка из области теоретических научных исследований должны перейти в практическую плоскость и стать выгодными для России, как экологического донора, в смысле экономической компенсации поддержки своих экоуслуг" (Бобылев, Захаров, 2009, 2013).

Важно провести экономическую оценку экосистемных услуг России. Для сохранения и поддержания здоровых экосистем регионы должны ограничивать свою экономическую активность в области природоэксплуатирующих и загрязняющих среду производств, тем самым, позволяя раскрыть еще большие возможности для экономического роста в будущем. "Такие механизмы должны позволять учитывать и компенсировать как позитивный экологический вклад отдельных субъектов Российской Федерации, так и негативный, связанный с обеднением природного богатства" (Бобылев, Захаров, 2009).

Таким образом, будущая политика должна быть направлена на разумное удовлетворение потребностей человека и уменьшение негативного воздействия на окружающую природную среду. Без таких радикальных изменений экосистемы в будущем не смогут удовлетворять наш спрос.

1.1.2. Классификация экосистемных сервисов

В настоящее время существуют различные классификации экосистемных услуг, которые включают:

- "функциональные группировки, такие как услуги, обеспечивающие регулирование, транспортное средство (носитель), место обитания, производство (Lobo 2001; de Groot et al. 2002);
- организационные группировки, такие как услуги, связанные с определенными видами, которые регулируют некоторые экзогенные вклады или относятся к организации биотических организмов (Norberg, 1999);
- описательные группировки, такие как возобновляемые ресурсные блага, физические структурные услуги, биотические услуги, биогеохимические услуги, информационные услуги и социальные и культурные услуги (Moberg and Folke, 1999)." (цит. по «Millennium Ecosystem...», 2005).

Материалы "Оценка экосистем на пороге тысячелетия" (2005) содержат классификацию экосистемных услуг, основанную на функциональном подходе оценки экосистем:

1) услуги прямого обеспечения ресурсами - обеспечение природными ресурсами производства товаров и услуг, такими как, продовольствие и волокна, топливо, генетические ресурсы, натуральные лекарства, декоративные ресурсы и другие;

2) регулирующие услуги - экосистемные/экологические услуги, связанные с обеспечением природой различного рода регулирующих функций: ассимиляция загрязнений и отходов, регулирование климата и водного режима, озоновый слой и т.д.;

3) культурные услуги - это своего рода «духовные» экологические услуги, например, духовные, религиозные и эстетические ценности, вдохновение, системы знаний и образование, рекреация и экотуризм и т.д.;

4) услуга поддержания жизни экосистем - в определенной степени она является производной от первых трех функций, однако она может быть выделена и отдельно. Они отличаются от обеспечивающих, регулирующих и культурных услуг тем, что их воздействие на людей является косвенным или осуществляется в течение очень длительного времени, в то время как изменения в других категориях услуг имеют относительно непосредственное и кратковременное влияние на людей. Например, люди не пользуются напрямую услугами почвообразования, хотя эти изменения будут оказывать косвенное влияние на них, воздействуя на обеспечивающую услугу производства продовольствия.

Согласно классификации ТЕЕВ (2010), последняя категория услуг непосредственное не оценивается, поскольку она рассматривается как необходимое условие производства всех остальных услуг.

"Согласно узкой трактовке экосистемных услуг, экосистемные услуги — это функции экосистем, обеспечивающие экономические выгоды для потребителей этих услуг, базирующихся на обеспечении природой различного рода регулирующих функций. То есть, в центре внимания находятся только регулирующие услуги" (Бобылев, Захаров, 2009). Это, с одной стороны, существенно сужает спектр таких услуг, которые экономически можно идентифицировать, но, с другой стороны, это определение включает экосистемные услуги в экономический оборот и систему принятия экономических решений.

"Одной из последних конструктивных работ в области идентификации экосистемных услуг стало исследование Т. Брауна, Дж. Бергстрема и Дж. Лумиса (Brown, Bergstrom & Loomis, 2007)" (цит. по Бобылеву, Захарову, 2009). Они определили экосистемные блага и экосистемные услуги. Экосистемные блага включают невозобновляемые блага (породы, минералы, ископаемое топливо) и возобновляемые (животные, растения; вода; воздух; почва). Экосистемные услуги они разделили на:

- очистку воздуха и воды (детоксикация и разложение веществ),
- перенос биогенов,
- поддержание и восстановление почв и плодородия,
- контроль эрозии,
- поддержание местообитаний растений и животных,
- поддержание региональных осадков,
- опыление естественных и культурных растений,
- распространение семян,
- контроль видов-вредителей,
- защиту от поражающих ультрафиолетовых лучей,
- стабилизацию климата,
- снижение температурных экстремумов и силы ветра и волн,
- защиту от паводков и засух.

Таким образом, определен широкий спектр товаров и услуг, которые обеспечивают отдельные экосистемы и биосфера в целом. Многие люди недооценивают многие из этих услуг поскольку они не покупаются и не продаются на рынке, и как следствие, они часто деградируют, хотя их ценность для человеческого общества весьма высока.

1.1.3. Существующий опыт оценки экосистемных сервисов и их соотношение с экологическими функциями почв

По данным Бобылева С.Н., Захарова В.М., "выгоды, которые обеспечивают экосистемы для человека и экономики, с одной стороны общепризнаны, с другой — не осознаются и не оцениваются должным образом. Рост народонаселения и повышение уровня жизни приводят к тому, что всё больше природных экосистем начинают использоваться в сельскохозяйственных, промышленных целях или для строительства жилья. Кроме того, растёт спрос на ресурсы, поступающие из экосистем, — пресную воду, продовольствие, древесину и др. Также растёт нагрузка на экосистемы с точки зрения ассимиляции отходов человеческой деятельности — загрязнение воды и воздуха, образование отходов. Тем самым, нагрузка на экосистемы растёт, а их возможности вследствие деградации сокращаются".

В центре внимания должна быть экономическая оценка экосистемных услуг, платежи за экоуслуги, выгоды и их получатели, проблемы компенсации услуг и их финансирования.

Инструментарий оценки в настоящее время в целом устоялся и описывается в более-менее едином ключе. В целом он может быть подразделен на 7 блоков. Это метод рыночных цен; транспортно-путевых затрат; метод гедонистического ценообразования; метод условной оценки; моделирования выбора; техники, основанные на производственной функции; методы, основанные на оценке восстановительной стоимости «теневых объектов инфраструктуры». Кратко остановимся на каждом из них.

Метод рыночных цен хорош для тех услуг, для которых уже в настоящее время существует рынок и сформирован механизм ценообразования. Так, для услуги поглощения углекислого газа некоторыми компонентами окружающей среды этот метод может быть с успехом применен, т.к. в настоящее время существует рыночная стоимость тонны CO₂. Однако, очевидно, что данный пример является скорее исключением, чем правилом, - для большинства экосистемных услуг рынков не существует, поэтому возникает необходимость в поиске иных методов определения их стоимости.

Метод транспортно-путевых затрат основан на предположении, что некоторые услуги, которые предоставляет окружающая среда, в частности рекреационные, можно сопоставить с теми затратами, которые индивид несет, добираясь до интересующего его природного объекта.

Метод гедонистического ценообразования. Данный метод чаще всего ассоциируется с «наслаждением», которое получают собственники жилья, расположенного в

«экологически чистом» районе, либо по соседству с привлекательным природным объектом, например, парком. Индивиды отдают предпочтение этим объектам, взамен объектам, которые лишены этих «экологических» характеристик, что приводит к тому, что первые объекты становятся дороже. Разница в стоимости идентичных по своей сути объектов недвижимости, различных только по «экологическому» параметру дает оценку этого параметра, то есть оценку искомой экосистемной услуги.

Техники, основанные на производственной функции, в отличие от предыдущих методов, рассматривают не функцию полезности, а производственную функцию, где одним из параметров выступает индикатор окружающей среды, какая-либо экосистемная услуга. Изменение в ее качестве или количестве скажется на себестоимости производимого товара, его цене и конечном доходе производителя. Все это является ключевыми параметрами для фиксации стоимости учитываемой в производственной функции экосистемной услуги. Сюда можно отнести Метод промежуточных товаров, заключающийся в том, что экосистемные услуги от отдельных компонентов окружающей среды (например, водорегулирующие эрозионнозащитные услуги леса) оказывают понижающее действие на цены конечных товаров (например, электричество, вырабатываемое ГЭС), которые производятся в рассматриваемом регионе.

Методы, основанные на оценке восстановительной стоимости «теневых объектов инфраструктуры», - несуществующих объектов, которые, однако, нужно было бы создать, если бы не было определенных услуг экосистем.

Метод условной оценки (субъективной оценки стоимости, заявленных предпочтений). Здесь изучается условный сценарий в отношении тех или иных природных благ, который рассматривается группой опрашиваемых индивидуумов. Последние, по сути, фиксируя свою «готовность платить», определяют стоимость этих благ исходя из своих предположений о их полезности и предпочтений.

Метод моделирования выбора. Данный метод в некоторых случаях схож с методом условной оценки, т.к. здесь также может применяться опрос некоторого количества индивидов, с тем отличием, что здесь они имеют дело не с оценкой одной конкретной ситуации, но с несколькими вариантами развития событий, одни из которых менее экологичны, другие более. Таким образом, оценивается готовность платить за переход от одного варианта к другому.

Анализ всех приведенных выше методов дает возможность сформулировать ряд общих принципов для оценки экосистемных услуг.

1. Перевод экосистемных услуг на язык денег осуществляется посредством поиска на рынке адекватного аналога в условиях местной экономики и на текущий момент

времени. Все известные методы оценки экосистемных услуг так или иначе удовлетворяют данному положению. Для подавляющего большинства экосистемных услуг самостоятельных рынков не существует, отсюда необходимость в моделировании, если же существует рынок, то в данном обобщении можно говорить об аналоге с полным соответствием. Единственным исключением здесь может служить блок методов, основанных на опросе, однако, мы можем указать на то, что извлекаемая информация о «готовности платить» - суть информация о все том же рыночном аналоге, который при этом существует лишь в сознании индивида.

Таким образом, вся совокупность методов может быть классифицирована по 3 признакам: принадлежность к существующему рынку, поиск аналога на существующем рынке, анализ «несуществующего аналога».

Данное обобщение дает нам определенную свободу действий при проведении оценки экосистемных услуг (в рамках общей логики и правил теории оценки) и говорит о возможности появления чрезвычайно широкого спектра итоговых стоимостей одной и той же экосистемной услуги. При переходе от одного блока к другому, степень «объективности» оценки начинает размываться, что связано с выбором аналога и, в случае с методами, основанными на опросе, выборкой респондентов.

Выбор каждого из приведенных выше методов, или создание нового метода на основе базового критерия осуществляется исходя из спектра доступной исследователю информации.

2) Как в случае с оценкой рыночной стоимости, оценка экосистемных услуг производится только в том случае, когда исследуемая система обладает полезностью (принцип полезности в оценке) для человека.

3) В каждом данном случае необходимо определять свой спектр экосистемных услуг и давать им оценку, исходя из реалий экономики региона, в котором осуществляется оценка.

В контексте 3 принципов подчеркнем два принципиальных момента:

а) все услуги могут быть оценены¹, но

б) цель проведения исследования и объект исследования накладывают ограничения на конкретный выбор услуг для оценки. Так, при изучении деградации земель предлагается ограничиться только теми услугами почв, характеристики которых изменяются в ходе деградационных процессов. Если же объектом исследования

¹ Экосистемные услуги в некотором смысле можно сравнить с нематериальными активами в экономике, для которых разработан достаточно большой арсенал как методических, так и методологических подходов к оценке – оценены могут быть даже самые абстрактные из них (Цветнов, 2012).

являются деградированные почвы сельскохозяйственных угодий, то необходимо признать, что они трансформированы человеком, и поэтому многие из выполняемых ими функций в конкретном агроценозе и биосфере в целом редуцированы или полностью отсутствуют. Несмотря на это, вновь созданные почвы на землях сельскохозяйственного назначения можно рассматривать как самостоятельный объект с нулевой степенью деградации и имеющий собственный (ограниченный) набор экологических функций. То есть оценивать экосистемные услуги почв сельскохозяйственного назначения в том же объеме, что и услуги нативных (целинных) почв, некорректно.

Стоит отметить, что в отечественном почвоведении и экологии учение об экосистемных услугах почв и методах их оценки направление относительно новое, более популярным долгое время оставался термин — функции почв.

Понятие «функция» определяется как работа, производимая органом, организмом. При рассмотрении почвенных экологических функций, имеется в виду роль и значение почв и почвенных процессов в жизни организмов, их сохранение и эволюция.

Длительное время развивалось учение об биогеоценологических функциях почвы в экосистемах и глобальных функциях почвенного покрова в биосфере (Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 2012). Основное внимание было сфокусировано на естественнонаучных проблемах изучения экологических функций почв и их охраны; проблема комплексной экономической оценки почвенных услуг в этих работах практически не затрагивается.

«По мере развития почвоведения, биогеоценологии и учения о ландшафтах представления о функциях почвы все расширялись и усложнялись. Они прошли путь от первоначальных примитивных представлений об опорно-механических функциях почв в жизни растений до современных сложных взглядов на почву как на многофункциональную структурно организованную систему, обеспечивающую в совокупности с ее биотой двусторонний глобальный процесс аккумуляции и деструкции органического вещества в биосфере» (Добровольский, 2005).

Экологические функции почв характеризуют две категории почвенных функций – биогеоценологические (табл.1) и глобальные (биосферные) (табл.2).

Биогеоценологические функции контролируются различными почвенными свойствами: физическими, химическими и другими. Выполнение почвой биогеоценологических функций обуславливает устойчивое развитие систем от организменного уровня до уровня биогеоценоза.

К глобальным относятся функции, реализуемые почвенным покровом в его взаимодействии с литосферой, гидросферой, атмосферой и биосферой. Значение почв в

биосфере очень велико. Нарушение их глобальных функций может привести к необратимым последствиям на Земле и даже к полному перерождению планеты.

Стоит отметить, что экосистемные услуги и экологические функции почв не являются тождественными понятиями. С одной стороны, каждой из 4-х категорий экосистемных услуг соответствует «свой» перечень функций, определяемый в рамках конкретных исследований (рис. 1). С другой стороны, любая функция в определенном смысле «шире», чем услуга, связанная с нею: при определении экосистемной услуги, проводится выбор только того проявления функции почв, которое может иметь экономическую интерпретацию. Например, при оценке услуги почв по защите в районах с уже имеющимся радиоактивным загрязнением, либо в районах с повышенным риском такого загрязнения было предложено изучать такое проявление функции «Буферный и защитный биогеоценотический экран» как экранирование от радиоактивного излучения (Цветнов, 2007, 2012).

Обращает на себя внимание тот факт, что набор функций почв, зафиксированных в работах Г.В. Добровольского и Е.Д. Никитина (Добровольский, Никитин, 1990, 2000, 2012), не предполагает выделения культурных почвенных услуг (рис. 1), хотя такие существуют (например, связанные с ритуалом погребения умерших во многих культурах). С другой стороны, культурные экосистемные услуги корректнее рассматривать для земли (земельного участка, ландшафта), а не для почвы.

Еще одной особенностью соотношения услуга — функция почв является тот факт, что функция может проявляться для человека как с положительной, так и с отрицательной стороны, тогда как услуга всегда положительна (по определению, экосистемная услуга — выгода). Например, экологическая функция почв «Поглощение и удержание некоторых газов» проявляется как через фиксацию углекислого газа (благоприятное явление с позиции борьбы с глобальным потеплением), так и через его эмиссию (негативный процесс с этой же позиции). Услугу же можно зафиксировать только тогда, когда есть положительный баланс — фиксация превышает эмиссию (случай болотных почв).

Табл. 1. Биогеоценоотические функции почв
(Г.В.Добровольский «Экологические функции почв», 2005)

Физические	Химические и биохимические	Физико-химические	Целостные
Жилище и убежище	Источник элементов питания	Сорбция вещества	Санитарная функция
Механическая опора	Стимулятор и ингибитор биохимических процессов	Сорбция микроорганизмов, обитающих в почве	Буферный и защитный биогеоценоотический экран
Депо семян и др. зачатков	Депо влаги, элементов питания и энергии		Трансформация вещества и энергии

Табл. 2. Основные категории и типы глобальных функция почв (Г.В.Добровольский «Экологические функции почв» 2005)

Литосферные	Атмосферные	Гидросферные	Биосферные
Биохимическое преобразование верхних слоев литосферы	Поглощение и отражение солнечной радиации	Трансформация поверхностных вод в грунтовые	Среда обитания, аккумулятор и источник вещества и энергии для организмов суши
Источник вещества для образования минералов, пород, полезных ископаемых	Фактор влагооборота и газового режима атмосферы	Участие в формировании речного стока	Связующее звено биологического и геологического круговоротов
Защита от ускоренной эрозии и рельефообразующая функция	Источник твердого вещества и микроорганизмов, поступающих в атмосферу	Фактор биологической продуктивности рек и водоемов	Защитный барьер и условие нормального функционирования биосферы
Передача солнечной энергии в глубокие части литосферы		Сорбционный, защищающий от загрязнений барьер акваторий	Фактор биологической эволюции

БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ



ГЛОБАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ



Рис. 1. Почва как природный капитал: классификация функций почв по принадлежности к категориям экосистемных услуг

1.2. Оценка почв и земель: основные понятия и определения

1.2.1. Виды оценки земли

В настоящее время важнейшим условием обеспечения существования человека является рациональное использование земельных ресурсов, то есть «обеспечение всеми землепользователями, в процессе производства максимального эффекта, в осуществлении целей землепользования с учетом охраны земель и оптимального взаимодействия с природными факторами» (ГОСТ 26640-85). Для того чтобы выяснить роль почв в оценке земельных ресурсов стало необходимо разделить понятия «оценка земель» и «оценка почв» и дать им соответствующие определения.

В настоящее время существует множество определений понятиям «почва» и «земля», которые отражены в различных законодательствах. В учебном пособии О.Ю.Украинцева «Земельное право» (2010) земля понимается как один из компонентов окружающей среды, важнейший природный ресурс, на протяжении всей истории используемый людьми для удовлетворения разнообразных потребностей – ведения сельского хозяйства, размещение жилых и производственных объектов, получения доступа к другим природным объектам (недрам, лесам, водам и т.д.). В ГОСТе 26640-85 дано более подробное определение этому термину - «важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвенным покровом, растительностью, недрами, водами, являющаяся главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения предприятий и организаций всех отраслей народного хозяйства». Земельный кодекс (п.1 ст. 1) говорит о земле как о природном объекте, охраняемом в качестве важнейшей составной части природы, природном ресурсе, используемом в качестве средства производства в сельском хозяйстве и лесном хозяйстве и основы осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории Российской Федерации, и одновременно как о недвижимом имуществе, об объекте права собственности и иных прав на землю.

В отношении почвы также множество определений, но мы ограничимся одним, так как они идентичны. Почва – это самостоятельное естественноисторическое органоминеральное природное тело, возникшее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее

специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия (ГОСТ 27593-88).

Из данных определений, следует, что понятия «земля» и «почва» имеют принципиальное различие в том, что почва – это естественноисторическое биокосное тело, а земля – территория, используемая людьми для удовлетворения разнообразных потребностей. Следовательно, на основании вышеуказанных фактов, можно сделать вывод, что оценке подлежат не почвы, а земли.

Оценка природных ресурсов является определением их денежной, товарной, экологической, гигиенической, социальной, социально-психологической, религиозно-культурной и иной ценности (Реймерс, 1990).

Из данного определения следует, что оценка земель, как система мероприятий по определению их ценности делится на следующие виды (рис. 2) (Макаров, Каманина, 2008):

1. Оценка природно-хозяйственной значимости (бонитировка) почв.
2. Экологическая оценка почв и земель.
3. Эколого–бонитировочная оценка.
4. Экономическая оценка земель (делится на кадастровую оценку стоимости, оценку потребительной стоимости, оценку рыночной стоимости).
5. Эколого-экономическая оценка почв и земель.
6. Другие виды неэкономической и неэкологической оценки земель (агрохимическая, культурно-историческая, национальная и т.д.).

1. Оценка природно-хозяйственной значимости (бонитировка) почв – «...сравнительная характеристика качества земельных угодий (выражается в баллах) на основе почвенных обследований...» (Снакин, 2000). В практике земельно-оценочных работ, в основном, используется термин «бонитировка почв», а не «бонитировка земель». Балл бонитета почв рассчитывается только для земель сельско- и лесохозяйственного назначения.

Таким образом, бонитировочная оценка заключается в определении производительности (биопродуктивности) почв на основе оценки факторов их плодородия и эффективности ведения хозяйственной деятельности (урожайность основных районированных культур).

2. Экологическая оценка почв и земель – экономическая и бонитировочная оценка земель определенного целевого назначения, при которой естественным и антропогенным экологическим факторам функционирования биogeоценозов придается ведущее значение (Макаров, Редько, Гучок 2001):

- оценка экологического состояния (качества) почв – определение соответствия состояния почв экологической норме состояния почв;

- оценка экологического состояния (качества) окружающей природной среды – сопоставление реального состояния окружающей природной среды с экологической нормой (Макаров, 2002).

3. *Эколого–бонитировочная оценка* – оценка бонитета почв с учетом их экологического состояния (Гучок, 2009). В настоящее время стал совершенно очевидным тот факт, что оценка бонитета почв должна базироваться не только на традиционных показателях, учитывающих почвенные свойства, определяющие ее плодородие, экономико-географическую ситуацию региона, но и на общем экологическом состоянии окружающей среды.

4. *Экономическая оценка земель* – определение общественной полезности земли, т.е. ее вклада в повышение уровня удовлетворения человеческих потребностей (Реймерс, 1990). Более подробно экономическая оценка будет рассмотрена в следующем разделе.

5. *Эколого-экономическая оценка почв и земель* – экономическая оценка с учетом экологического состояния (качества) ОПС. В настоящее время невозможно игнорировать экологический фактор при оценке земли и недвижимости, планировании землепользования, выборе вариантов развития территории, проведении анализа наиболее эффективного использования земли. Основная составляющая учета экологических факторов при оценке земли – стоимостная оценка негативных социально-экономических последствий загрязнения окружающей среды – экологического ущерба. Более подробное определение понятия эколого-экономическая оценка почв и земель будет дано в следующем разделе.

Как было показано ранее понятия «земля» и «почва» не идентичны. Стоит отметить, что для оценки почв существуют свои методы. Например, широко известна «Методика оценки на почвенно-экологической основе», разработанная в Почвенном институте им. В.В. Докучаева (И.И. Карманов, Д.С. Булгаков). В настоящей методике стоимость земель сельскохозяйственного назначения основывается на стоимости запасов почвенного гумуса, доступных форм питательных веществ в почвах и стоимости произведенной растительной массы. Методика позволяет определить почвенно-экологические показатели и баллы бонитетов почв пашни, многолетних насаждений, сенокосов и пастбищ (Карманов, Булгаков, 2002).

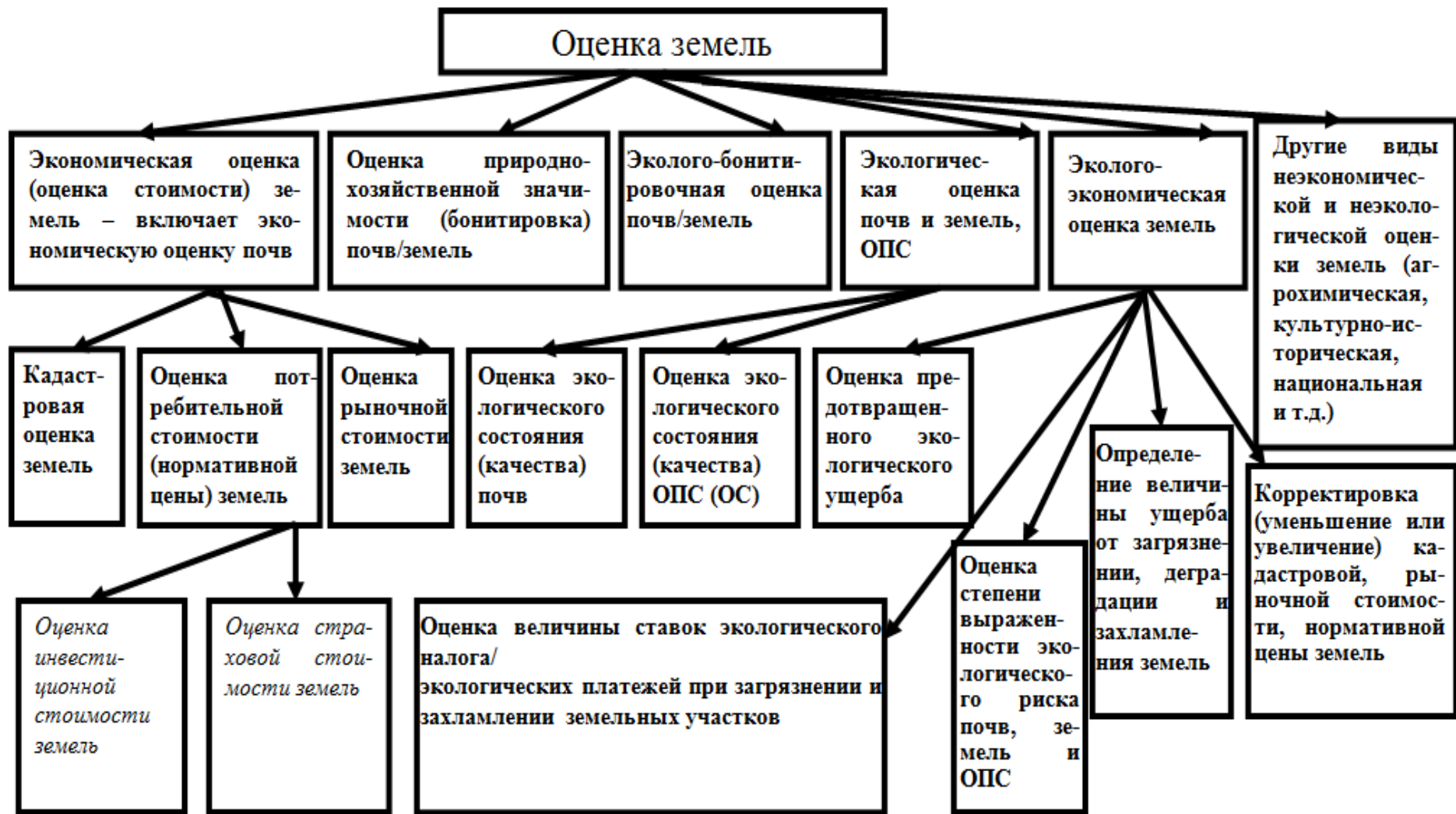


Рис. 2. Виды оценки земель (Макаров, Каманина, 2008)

1.2.2. Экономическая оценка земель

Экономическая оценка земель – это оценка земли как природного ресурса и средства производства, а также как пространственного базиса в общественном производстве по показателям, которые характеризуют производительность земель, эффективность их использования и доходность с единицы площади. Основной задачей экономической оценки является определение сравнительной производительности различных земельных участков. Земля с точки зрения экономической оценки определяется как объект недвижимости.

В учебном пособии О.А. Макарова, И.З. Каманиной «Экономическая оценка и сертификация почв и земель» (2008) специфика и уникальность земли как объекта недвижимости определяется следующим:

- земля – это важнейший компонент биосферы;
- на поверхности земли находится почвенный покров, который обладает плодородием и в сельском хозяйстве наиболее эффективно используются все ее полезные качества;
- земля не является результатом человеческого труда;
- социальный статус земель как место проживания людей
- пространственно ограничена;
- незаменима другими средствами производства;
- обладает постоянством местоположения;
- не изнашивается при правильном использовании;
- практически во всех сферах деятельности человека (кроме сельского и лесного хозяйства) земля выступает в основном в качестве пространственного операционного базиса, поэтому неразрывно связана с объектами, на ней расположенными: зданиями, сооружениями, дорогами, мелиоративными сооружениями, прочими материальными элементами, созданными трудом человека, так называемыми улучшениями.

В соответствии с Законом Российской Федерации «О плате за землю» (1992) использование земли в нашем государстве является платным. Формами платы в нем названы: земельный налог, арендная плата, нормативная цена земли и рыночная стоимость.

Земельным налогом облагаются ежегодно все собственники земли, а также землевладельцы и землепользователи, кроме арендаторов. Арендная плата взимается за

земли, переданные в аренду. Размер земельного налога и величина ставок арендной платы составляют **оценку кадастровой стоимости**. Кадастровой оценкой земель является определение кадастровой стоимости земельных участков на рентной основе с учетом плодородия почв, природных и экономических условий, местонахождения земельных участков в соответствии с зонированием и районированием земель (Макаров, Каманина, 2008).

Нормативная цена (потребительская стоимость) земли является ее стоимостью в пользовании, а стоимость в пользовании – это стоимость объекта недвижимости для конкретных целей или для конкретного пользователя (группы пользователей) при существующем использовании (Макаров, Каманина, 2008). Она вводится для покупки и выкупа земельных участков в случаях, предусмотренных законодательством РФ, для обеспечения экономического регулирования земельных отношений при передаче земли в собственность, установлении коллективно-долевой собственности на землю, передаче по наследству, дарении и получении банковского кредита под залог земельного участка.

Рыночная стоимость земельного участка – это расчетная денежная сумма, за которую этот участок (рассматриваемый как свободный от застройки и при наилучшем и наиболее эффективном использовании), должен переходить из рук добровольного продавца в руки добровольного покупателя в результате коммерческой сделки (Макаров, Каманина, 2008).

Методы оценки рыночной стоимости

В постановлении Правительства РФ №519 от 6 июля 2001 г., отражено три подхода к оценке - доходный, затратный и сравнительный.

Затратный подход — совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении затрат, необходимых для восстановления либо замещения объекта оценки, с учетом его износа. Затратный метод оценки непосредственно земли не применяется, поскольку, в большинстве случаев, земля не может быть воспроизведена физически. Методы данного подхода могут быть применены для оценки почв, например, для оценки стоимости рекультивационных работ деградированных территорий, или для восстановления залежей, если они заросли древесно-кустарниковой растительностью.

Сравнительный подход - совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на сравнении объекта оценки с аналогичными объектами, в отношении которых имеется информация о ценах сделок с ними.

Доходный подход - совокупность методов оценки стоимости объекта оценки, основанных на определении ожидаемых доходов от объекта оценки. Оценка сельскохозяйственных угодий методами доходного подхода может проводиться как на

основе прямой капитализации арендных платежей за землю, так и посредством капитализации чистого операционного дохода, образующегося при ведении сельскохозяйственного производства и представляющего собой земельную ренту (Медведева, 2004).

1.2.3. Эколого-экономическая оценка земель

В отличие от экономической оценки эколого-экономическая оценка направлена не на удовлетворение человеческих потребностей, а на восстановление и сохранение окружающей природной среды, в частности почв и земель. Очевидно, что для экологического и экономического процветания России необходима разработка эколого-экономического механизма землепользования и охраны почвенного покрова. Для реализации этого проекта необходимо опираться на следующие принципы:

- использование различных экономических регуляторов, включая экологизацию налоговой и кредитной политики, а также механизм создания эколого-инновационных программ землепользования;
- сочетание экономических и административных регуляторов охраны почв и рационального использования почвенно-земельных ресурсов с учетом действующего законодательства;
- совершенствование организационно-экономических методов землепользования и охраны почвенного покрова.

В качестве основной цели эколого-экономической оценки почв и земель является обеспечение динамического равновесия в природе в настоящее время и в будущем.

В учебном пособии О.А.Макарова, И.З. Каманиной «Экономическая оценка и сертификация почв и земель» (2008) отмечены разновидности эколого-экономической оценки земель:

- оценка предотвращения экологического ущерба – определение материальных и финансовых потерь и убытков (включая упущенную выгоду) от ухудшения состояния окружающей природной среды в целом или ее отдельных компонентов, которые удалось избежать в результате проведения природоохранных мероприятий;
- оценка величины ставок экологического налога при загрязнении, деградации и захлавлении земельных участков: выбросы, сбросы, отходы, размещенные на рельефе, отрицательно влияют на свойства и основные экологические функции почв территорий,

оказавшихся в зоне влияния этих факторов, поэтому определение размеров экологического налога относят к разновидности эколого-экономической оценки;

- корректировка стоимости земель (использование экологических поправочных коэффициентов к стоимости земельных участков, разработка специальных методов оценки загрязненных земель) – при оценке рыночной, потребительной и кадастровой стоимости требуется стоимость не только чистых и плодородных, но и химически загрязненных и деградированных земельных участков, поэтому, в соответствии с назначением этих оценок, необходимо снижать или повышать стоимостные характеристики земель на основе сведений об их экологическом состоянии;
- оценка и страхование экологических рисков – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера (ФЗ №7 «Об охране...», 2002);
- определение величины ущерба от загрязнения, деградации и захламления земельных участков - изменение состояния почв, приводящее к частичной или полной утрате способности данных почв выполнять экологические функции в результате неправомерных действий (бездействия) при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, в том числе в результате неправомерного запечатывания территории.

Из данной части главы следует, что с оценкой земель связаны не только вопросы определения платы за их использование, ценообразования, налогообложения и другие, а также необходимость поддержания их экологических свойств и устойчивого функционирования. То есть, по сути, основная составляющая учета экологических факторов при оценке земли – это денежная оценка вреда, нанесенного окружающей природной среде, впоследствии которого она не может в полной мере выполнять свои функции. А в качестве экономического критерия оценки состояния земель принимаются затраты, необходимые для достижения нормативного уровня состояния земель, а также оценка экосистемных функций и услуг, которые были не выполнены в результате загрязнения и деградации почв и земель.

1.2.4. Зарубежный опыт эколого-экономической оценки земель

В странах с развитой рыночной экономикой, высокой технологической культурой и жесткой правовой ответственностью экологические факторы не имеют столь ощутимого влияния на стоимость недвижимости и инвестиционную привлекательность проектов, как

в государствах с переходной экономикой, в частности, в России. Это, прежде всего, связано с тем, что в зарубежной практике учет факторов окружающей среды осуществляется на стадии проектирования технологических процессов и составления проектно-сметной документации. Не менее важным является причина, связанная с экологической ситуацией в наиболее развитых странах, которая соответствует нормативам безопасности и поэтому не требует дополнительных расходов на доведение качества отдельных компонентов природной среды до установленных стандартов.

В России, в связи с недооценкой в прежние годы роли экологических факторов при планировании развития и размещения производительных сил, состояние окружающей среды во многих регионах достигло критического уровня. Следовательно, при оценке рыночной стоимости предприятий, отдельных объектов недвижимой собственности необходимо учитывать факт, связанный с предварительным восстановлением ранее деградировавших компонентов окружающей среды. В наиболее развитых странах Запада таких проблем не возникает.

В некоторых зарубежных странах (в частности, в США) среди объективных методов учета факторов окружающей среды широко распространен метод социологического опроса. Сущность метода заключается в опросе населения, проживающего в экологически неблагоприятных условиях. Им задается вопрос о размере платы за устранение того или иного отклонения в состоянии окружающей природной среды и после обработки данных опроса можно достоверно установить процентную или абсолютную поправку к стоимости недвижимости в данной местности.

Многие зарубежные страны используют метод страхования экологических рисков, который представляет собой страховую защиту гражданской (имущественной) ответственности за ущерб, причиненный третьим лицам в результате внезапного, неожиданного загрязнения окружающей природной среды. В свою очередь, под оценкой риска понимают процесс определения масштабов опасности каких-либо явлений или процессов для людей или окружающей среды (Lee N, Walsh F, 1992).

В Германии политика страхования ответственности за ущерб, нанесенный загрязнением окружающей среды, осуществляется в рамках действующего природоохранного законодательства, однако специальных законов об экологическом страховании нет. Величина ущерба устанавливается судом на основе искового заявления. Экологическое страхование распространено и в ряде других стран, например, в Бельгии существует обязательное экологическое страхование, а в Португалии оно принято, но не введено в практику.

В Испании применяется определение рисков на основе экологического состояния почв с помощью химических и биологических методов. При этом риск разделяется на два окончательных уровня. 1) Низкий риск для почв - вероятность спровоцировать воздействие на структуры и функции экосистемы, является низкой. С научной точки зрения, эти почвы могут быть определены как экологически чистые. 2) Наоборот, высокий риск, для которого вероятность спровоцировать воздействие на экосистемы, структуры или функции очень высока, следовательно, необходимы меры по снижению риска (Fernández, Vegab, Tarazona, 2006).

В Италии разработан метод оценки риска здоровью человека от загрязнения почв тяжелыми металлами. Поскольку здоровая окружающая среда обязательна для человеческого благополучия, то и экологические, и человеческие проблемы здоровья тесно переплетаются. Учитывая эту жизненную связь между экосистемами и человеческим здоровьем, необходимо сбалансировать экологические и человеческие проблемы здоровья (Laura Poggioa and other, 2008).

Система экологического страхования в США отличается от стран Западной Европы. Она ориентирована на возмещение действительного ущерба, нанесенного предприятием – источником опасности. В связи с особенностями американской модели правового регулирования страхования, а также страхования ответственности за нанесение экологического ущерба, а не имущественное или личное страхование, значительная часть средств страховых компаний идет на урегулирование судебных разбирательств, оплату услуг юристов, независимых экспертов, оценщиков и т.п.

В учебном пособии О.А.Макарова, М.В.Редько, М.В.Гучок «Эколого-экономическая и эколого-бонитировочная оценка почв и земель Московского региона» (2011) сказано, что страхование риска загрязнения окружающей среды не получает широкой поддержки у зарубежных страховщиков. Объясняется это следующими причинами:

- несовершенством законодательной базы в области страхования риска загрязнения окружающей среды и, прежде всего, отсутствием конкретных, законодательно закрепленных формулировок ряда понятий экологического страхования. Например, понятие ущерба, причиняемого загрязнением окружающей среды, законодательно точно не определено и может толковаться настолько широко, что сумма страхового возмещения вырастает до абсурдной величины;

- недостаточным нормативно-методическим обеспечением процесса страхования, в частности, отсутствием методик по оценке потенциальных убытков от аварийного загрязнения окружающей среды и обусловленных этим тарифных ставок;

- множественностью и запаздыванием проявлений экологических ущербов, что, в свою очередь, приводит к возникновению серьезных проблем у страховщиков при возмещении расходов по устранению последствий загрязнения.

Методы оценки экосистемных сервисов, описанные в главе 1.1.3 являются составной частью эколого-экономической оценки земель. Стоит отметить, что одним из важнейших зарубежных методов оценки деградации земель, включающий оценку экосистемных услуг, является метод фон Брауна, который мы активно применяем в нашей работе (см. главу 1.2.5).

1.2.5. Оценка на основе стоимости действия и бездействия

По определению, данному на саммите в Рио-де-Жанейро (UNCED, 1992), устойчивое управление земельными ресурсами (УУЗР) означает использование земельных ресурсов, в том числе почв, вод, животных и растений для производства продуктов для растущих потребностей человека при условии обеспечения долговременного потенциала продуктивности этих ресурсов и поддержания их экологических функций. Очевидно, что не существует единых методов УУЗР, которые были бы применимы во всем мире; даже для конкретных ландшафтов существует несколько альтернативных сценариев устойчивого землепользования. В качестве альтернативы, как правило, используется один из реально существующих сценариев, при котором нерациональные методы управления земельными ресурсами привели к существенному снижению продуктивности почв и утере ландшафтом ряда экосистемных функций.

Необходимость развития такого подхода была сформулирована 21 сентября 2011 года, когда Секретариат Конвенции по борьбе с опустыниванием, Европейская комиссия и Правительство Германии объявили об открытии инициативы по Экономике деградации земель. Теоретические основы для этой инициативы разрабатываются Международным институтом по исследованию продовольственной политики (IFPRI) и Университетом Бонна; наработки этих учреждений изложены в ряде публикаций (Nkonya et al., 2011a, 2011b; von Braun and Gerber, 2012; von Braun et al., 2012, 2013 etc.).

Перейдем к вопросу оценки целесообразности проведения работ по восстановлению в рамках полученных величин ущерба. Ключевую роль в этом анализе играет Методика фон Брауна, которая основывается на определении стоимости и выгоды от действия или бездействия в отношении программы по восстановлению

деградированных земель. Гипотеза заключается в том, что меры по борьбе с деградацией земель имеют больше шансов быть принятыми, если мы знаем потери от бездействия и рентабельность принятия этих мер (Kirui et al. 2014; Mirzabaev et al. 2015; Sorokin et al. 2015).

Экономическая оценка земель рассчитывается с помощью формулы Nkonya и соавторов (2014), в которой учитывается общая экономическая стоимость (ОЭС) разных видов земель, с учетом экосистемных услуг.

Общая экономическая ценность ландшафтов представляет собой наиболее спорную величину в упрощенном методе. За основу берутся довольно сомнительные цифры, полученные в рамках инициативы ТЕЕВ (The Economics of Ecosystems and Biodiversity – Экономика экосистем и биологического разнообразия). При оценке приоритет имеют экосистемные сервисы различных ландшафтов, а их экономическая ценность для человека практически игнорируется: в результате облесенные территории имеют максимальную цену, а пашня – минимальную. Существует множество альтернативных оценок, которые не совпадают с оценками ТЕЕВ.

$$C_{LUCC} = \sum_i^K (\Delta a_1 * p_1 - \Delta a_2 * p_2) \quad (10)$$

CLUCC – экономическая оценка деградации земель при переходе из одного вида землепользования к другому;

Δa_1 – площадь земли вида 1, который перевели в землю вида 2 в результате хозяйственной деятельности;

P_1 и P_2 – общая экономическая стоимость (ОЭС) земель видов 1 и 2, соответственно.

Стоимость действия против деградации и обратной трансформации, способствующая возвращению из земли вида 2 в землю вида 1, оценивается по следующей формуле (11):

$$C_{TA_i} = A_i \frac{1}{\rho^t} \left\{ z_i + \sum_{j=1}^T (x_j + p_j x_j) \right\} \quad (11)$$

C_{TA_i} – стоимость действия при восстановлении дешевой земли вида 1 в более дорогую землю вида 2;

ρt – фактор дисконтирования;

A_i – площадь более дорогой земли вида 2, которая переведена в более дешевую землю вида 1;

z_i – затраты на восстановление более дорогой земли;

x_i – затраты на сохранение более дорогой земли в течение первых 4 лет;

$x_j * p_j$ – ОЭС для земли, переведенной из более дорогой земли 2 в более дешевую землю вида 1;

t и T – время, которое требуется для осуществления мероприятий по изменению категорий земель.

Стоимость бездействия при трансформации и деградации земель оценивается по формуле (12):

$$CI_i = \sum_{t=1}^T C_{LUCC} \quad (12)$$

CI_i – стоимость бездействия при сохранении результатов трансформации земли, например, сохранение более дешевой земли вида 1.

1.3. Ущерб/вред от деградации, загрязнения и захламления земель

1.3.1. Деградация почв и земель

Деградация почв представляет собой совокупность процессов, приводящих к изменению функций почвы как элемента природной среды, количественному и качественному ухудшению ее свойств и режимов, снижению природно-хозяйственной значимости земель. В ГОСТе 27593-88 «Почвы. Термины и определения» деградация почвы понимается как «ухудшение свойств и плодородия почвы в результате воздействия природных или антропогенных факторов».

Деградация земель в настоящее время является глобальной проблемой, затрагивающей до одной четверти суши Земли и оказывающей крайне негативное влияние на доходы и продовольственную безопасность около двух миллиардов людей во всех

агроэкологических зонах мира. Стоит отметить, что деградация земель достигла нынешних глобальных масштабов, начиная со второй половины 20-го века (Nkonya et al. 2011).

В соответствии с Конвенцией по борьбе с опустыниванием Организации Объединенных Наций (The United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD), деградация земель определяется как «снижение или потеря биологической и экономической продуктивности и сложной структуры богарных пахотных земель, орошаемых пахотных земель или пастбищ, лесов и лесистых участков в засушливых, полувзасушливых и сухих субгумидных районах в результате землепользования или действия одного или нескольких процессов, в том числе связанных с деятельностью человека и особенностями его расселения, таких, как: 1) ветровая и/или водная эрозия почв; 2) ухудшение физических, химических и биологических или экономических свойств почв; 3) долгосрочная потеря естественного растительного покрова» (UNCCD, 1996).

В ряде российских нормативно-методических документов в качестве одной из разновидностей деградации земель рассматривают их *загрязнение* ("Методические рекомендации...", 1996). В данной работе мы также считаем загрязнение и деградацию взаимосвязанными категориями, однако терминологическое разделение оставляем.

В значительной степени деградация земель связана с деградацией почв, хотя не всегда эти процессы взаимозависимы: возможна деградация земель, которая не сопровождается долговременным необратимым изменением почв.

В настоящее время активно развивается Концепция нейтральной («нулевой») деградации земель в качестве цели устойчивого развития, сформулированной на Конференции ООН по устойчивому развитию. Суть этой идеи заключается в том, что, используя широкие возможности современного информационного общества по сбору и обобщению информации о состоянии окружающей среды, человечество приняло решение провести «экологическую уборку» в нашем общем доме – планете Земля. Предполагается, что после «наведения порядка» люди будут жить и трудиться на земле соблюдая единые экологические требования, нормы и правила общения с природой.

Очевидно, что в процессе реального землепользования достижение нейтральной («нулевой») деградации земель, соответствующей «фоновому» уровню качества окружающей среды (который может отмечаться только для особо охраняемых природных территорий), практически невозможно. В этой связи, обычно под нейтральной («нулевой») деградацией земель понимается такое их допустимое состояние, при котором (в условиях снятия внешней нагрузки) возможно самовосстановление качества

окружающей среды и отсутствует факт необратимого накопления экологического ущерба/вреда.

1.3.2. Методы оценки деградации почв и земель

Определение оценки ущерба окружающей природной среде и природным ресурсам производится по расходам на их замещение или воспроизводство, компенсирующее потери. Воспроизводство включает следующие составляющие:

- затраты на восстановление или замещение нарушенных природных ресурсов (первичная реабилитация);
- компенсация услуг природных ресурсов (экологических функций экосистем) за период до их восстановления в исходное состояние;
- расходы на оценку ущерба.

Практика определения эколого-экономического ущерба от загрязнения среды широко применяется в странах Запада с конца 1970-х годов в связи с внедрением в управление природопользованием процедур оценки воздействия производственных объектов на окружающую среду. В нашей стране работы по методологии расчетов эколого-экономического ущерба начались с середины 1970-х годов. Ущерб представлялся как стоимостная оценка тех отрицательных последствий и других антропогенных воздействий, которые могут быть представлены в стоимостной форме. Некоторыми экономистами эколого-экономических ущерб трактовался как стоимость затрат на его ликвидацию. Существовало множество определений понятию эколого-экономический ущерб. Исходя из различных определений ущерба выводились различные методические принципы его практических расчетов и разрабатывались различные методики. Поэтому стал необходим универсальный инструмент определения ущерба.

Для решения этой задачи была создана «Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением природной среды» (1983). Методика исходит из того, что загрязненная среда может оказывать отрицательное воздействие на реципиентов, которое проявляется в повышении заболеваемости людей, ухудшении условий жизни населения, снижении естественного потенциала природной среды и т.д.

Результатом антропогенных загрязнений, таких как химическое, физическое, биологическое и т.д., и других, негативных воздействий человека на природу, например,

истощение, разрушение и прочее, является ухудшение окружающей природной среды или отдельных ее компонентов, проявляющееся в виде эколого-экономического ущерба. Под эколого-экономическим ущербом от загрязнения окружающей природной среды понимают фактическое или потенциально возможные потери, выраженные в денежной форме и обусловленные ухудшением экологической ситуации (Мазуров, Пакина, 2003).

Человек наносит ущерб окружающей природной среде и как следствие причиняется вред здоровью людей, условиям существования и развития экологических систем и состоянию общественного и личного имущества. Негативные последствия загрязнения можно подразделить на обратимые и необратимые, т.е. приводящие к гибели людей или невозможным потерям для их здоровья, к необратимому разрушению экосистем и безвозвратной утрате имущества.

Следует обратить внимание на разделение понятия ущерб в эколого-экономической оценке почв и земель. В настоящее время существуют оценка предотвращенного экологического ущерба и оценка величины ущерба от загрязнения, деградации и захламления земельных участков. Собственно, величина ущерба определяется как планируемая величина, вследствие использования при расчете показателя прогнозируемых оценок величин, так и реальная величина, зависящая от степени загрязнения, уровня деградации и других показателей.

Величина эколого-экономического ущерба зависит от количества загрязнителей (загрязняющих веществ), их токсичности и характера поведения загрязнителей в среде. Названные факторы определяют логику определения ущерба, которая может быть представлена следующей последовательностью процедур. Вначале выявляют абсолютные показатели загрязнения и его структура (проведения замеров, соотношения их с экологическими нормативами). Далее определяются зависимости между уровнем загрязнения и его влияние на состояние природных комплексов. И, наконец, производится собственный расчет экономического ущерба на основе количественных влияний на экосистемы.

Таким образом, под предотвращением экологического ущерба понимается определение материальных и финансовых потерь и убытков от ухудшения состояния природной среды в целом или ее отдельных компонентов, которые удалось избежать в результате проведения природоохранных мероприятий. С другой стороны, ущерб (вред) определяется как стоимостное выражение суммарных затрат, необходимых для восстановления утраченного природно-хозяйственного качества почв и земель и компенсации остаточного или технологически невозможного вреда, причиненного

деградацией, загрязнением и захлаплением почв и земель, в том числе упущенной выгоды.

В настоящее время в случае загрязнения, деградации или захлапления почв в Российской Федерации существуют множество методик определения величины ущерба. Судя по определению, ущербом является выражение суммарных затрат, необходимых для восстановления утраченного природно-хозяйственного качества почв и земель и компенсации остаточного или невосполнимого вреда, причиненного деградацией, захлаплением и загрязнением почв и земель (Макаров, Редько, 2011, 2003). Поэтому величину ущерба можно рассчитывать исходя из затрат на проведение работ по восстановлению загрязненных, деградированных и захлапленных земель. При этом используют для расчета необходимые существующие оценки на проведение разного рода работ, такие как перемещение и складирование грунта. При невозможности проведения рекультивационных работ величину ущерба можно посчитать по существующим действующим методикам.

«Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (утверждена Минприроды России и Роскомземом в июле 1994 г.) и «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (утверждена Минприроды России и Роскомземом 27 декабря 1993 г. N 04-25/61-5678) включают в себя алгоритм проведения расчетов, принимая во внимание почвенные свойства, площадь и степень загрязнения, деградации и захлапления почв. Сумма от загрязнения земель взимается с предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц, независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, на которой они основаны, включая совместные предприятия с участием иностранных юридических и физических лиц, и граждан.

Размеры ущерба от загрязнения земель определяются исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель. В случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по следующей формуле (1):

$$П = \Sigma (Нс \times S(i) \times Kв \times Ka(I) \times Kэ(i) \times Kг) \quad (1)$$

П - размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими химическими веществами (тыс.руб.);

Нс - норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс.руб./га). Стоимость земель городов и населенных пунктов определяется органами Роскомзема и утверждается соответствующими органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации;

K_v - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель (табл. 3);

S_i - площадь земель, загрязненных химическим веществом i -го вида (га);

$K_a(i)$ – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом i -го вида;

$K_э(i)$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района (табл. 4);

K_g - коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель (табл. 5).

Табл. 3. Значения коэффициента пересчета (K_v) в зависимости от периода времени по восстановлению почв и земель

Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета	Продолжительность периода восстановления	Коэффициент пересчета
1 год	0,9	8-10 лет	5,6
2 года	1,7	11-15 лет	7,0
3 года	2,5	16-20 лет	8,2
4 года	3,2	21-25 лет	8,9
5 лет	3,8	26-30 лет	9,3
6-7 лет	4,6	31 и более лет	10,0

Табл. 4. Коэффициенты ($K_э$) для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами

Уровень загрязнения земель	Степень загрязнения	$K_э$
1	Допустимая	0
2	Слабая	0,3
3	Средняя	0,6
4	Сильная	1,5
5	Очень сильная	2,0

Табл. 5. Коэффициенты (K_g) для расчета ущерба в зависимости от глубины загрязнения земель

Глубина загрязнения земель, см	K_g
0-20	1,0
0-50	1,3
0-100	1,5
0-150	1,7
0 >150	2,0

Размер ущерба от деградации рассчитывается для каждого контура деградированных почв и земель по формуле (2):

$$Ущ = Нс \times S \times Kэ \times Kс \times Kп + Дх \times S \times Kв, (2)$$

Ущ – размер ущерба от деградации почв и земель (тыс. руб.);

$Нс$ – норматив стоимости;

$Дх$ – годовой доход с единицы площади (тыс.руб.);

S – площадь деградированных почв и земель (га);

$Kэ$ – коэффициент экологической ситуации территории (табл. 7);

$Kв$ – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению деградированных почв и земель, определяемый согласно таблице 3;

$Kс$ – коэффициент пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель, определяемый согласно таблицам 8 и 9;

$Kп$ – коэффициент для особо охраняемых территорий, определяемый в соответствии с таблицей 6.

Табл. 6. Повышающие коэффициенты ($Kп$) к нормативной стоимости земель особо охраняемых территорий

Земли особо охраняемых территорий	Значение повышающего коэффициента ($Kп$)
Земли природно-заповедного фонда	3
Земли природоохранного, оздоровительного и историко-культурного назначения	2
Земли рекреационного назначения	1,5

Табл. 7. Коэффициенты ($Kэ$) экологической ситуации и экологической значимости территории

Экономические районы Российской Федерации	$Kэ$
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Табл. 8. Коэффициенты пересчета в зависимости от изменения степени деградации почв и земель ($Kс$)

Степень деградации по данным предыдущих обследований	Степень деградации почв по данным контрольных обследований				
	0	1	2	3	4
0	0	0,2	0,5	0,8	1,0
1	-	0	0,3	0,6	0,8
2	-		0	0,3	0,5
3	-			0	0,2
4	-				0

Табл. 9. Коэффициенты пересчета для отдельных случаев деградации почв и земель (Кс)

Тип деградации	Коэффициент пересчета
Образование солончаков	1,5
Поднятие уровня минерализованных (> 3 г/л) грунтовых вод выше 2 м	2,0
Образование оврагов и рост существующих	3,0

Одной из новейших методик определения ущерба загрязненных и деградированных земель является «Методика оценки размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захламления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв» (от 22 июля 2008г, № 589-ПП). Данная методика оценки размера вреда, причиненного окружающей среде, основана на определении размера затрат, связанных с приведением городских почв в состояние, отвечающее нормативным требованиям (затрат на восстановление, стоимостью поврежденного имущества (земельного участка), а также затрат на проведение обследования и аналитических работ. Под нанесенным вредом в данной методике понимается изменение состояния городских почв, приводящее к частичной или полной утрате способности городских почв выполнять экологические функции в результате неправомерных действий (бездействия) при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, в том числе в результате неправомерного запечатывания территории.

Расчет общего размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захламления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв производится по формуле (3):

$$У = У_{загр} + У_{захл} + У_{нар} + У_{зап} + У_{ухудш} \quad (3)$$

Согласно данной методике любое определение проводится в 3 этапа. На первом в зависимости от нанесенного ущерба производится первичная оценка, которая, как правило, заключается в: установление площади загрязненного контура, определение глубины загрязнения (при химическом загрязнении почв), определение глубины нарушенного участка(запечатывание), измерение высоты навалов мусора и определение объема и вида отходов (захламление), производится заполнение бланков. Целью второго этапа является установление местоположения загрязненного участка почвы относительно

территорий города, определяется размер поправочных коэффициентов. На третьем этапе производится расчет размера вреда и убытков, причиненных окружающей среде.

В данной курсовой работе ущерб будет оцениваться только от ущерба загрязнения **Узагр** по формуле (4):

$$\text{Узагр} = V_{\text{загр}} * N_{\text{загр}} * \sum_{i=1} \text{СПК}_i * K_{\text{ц}} * K_{\text{ин}} + Z_0 \quad (4)$$

Узагр – размер вреда и убытков, руб.;

Vзагр – объем загрязненного почвенного слоя (м³);

Nзагр - такса для исчисления размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения городских почв (руб./м³) (табл. 10);

ΣСПК_і - суммарный показатель загрязнения почв химическими веществами (безразмерный), определяется как сумма превышений, накапливающихся в почвенном покрове конкретных загрязняющих химических веществ над их предельно допустимыми (или ориентировочно допустимыми) значениями (формула 5);

K_ц - коэффициент средоохранной ценности почвенного покрова для городской среды, установлен с учетом средоохранной и средовоспроизводящей способности почвенного покрова;

K_{ин} - коэффициент индексации, определяется исходя из уровня инфляции, установленного основными социально-экономическими показателями развития г. Москвы на соответствующий год и применяется к базисному периоду установления такс;

Z₀ – затраты на проведение оценки вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения городских почв, определяются по фактическим затратам.

Табл. 10. Таксы для исчисления размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения городских почв

Глубина загрязнения	Такса, руб./м ³		
	Для районов внутри Садового кольца	От Садового кольца до окружной железной дороги	От окружной железной дороги до границ города
От 1 см до 19,9 см	3872	3530	3444
От 20 см до 49,9 см	8397	8055	7969
От 50 см до 99,9 см	18776	18434	18348
От 100 см и более	27736	27394	27308

Суммарный показатель загрязнения почв химическими, биологическими и иными загрязняющими веществами определяется по формуле (5):

$$\text{СПК}_i = \sum_{i=1}^n \text{СПК}_i + \text{СПК}_1 + \dots + \text{СПК}_2, \quad (5)$$

СПК_i ($i=1$) - суммарный показатель загрязнения почвы загрязняющими химическими, биологическими и иными загрязняющими веществами;

СПК_i - показатель загрязнения почвы i -м загрязняющим химическим, биологическим и иным загрязняющим веществом с концентрацией, превышающей его предельно допустимое (или ориентировочно допустимое) значение, определяется по формуле (6):

$$\text{СПК}_i = (\text{Сф}_i - \text{Сп}_i) / \text{Сп}_i, \quad (6)$$

СПК_i - показатель загрязнения почвы i -м загрязняющим химическим, биологическим и иным загрязняющим веществом с концентрацией, превышающей его предельно допустимое (или ориентировочно допустимое) значение, безразмерный;

Сф_i - фактическое содержание i -го загрязняющего химического, биологического и иного загрязняющего вещества в почве, мг/кг;

Сп_i - предельно допустимая (или ориентировочно допустимая) концентрация i -го загрязняющего химического, биологического и иного загрязняющего вещества (мг/кг).

$\text{К}_ц$ - коэффициент учитывает средоохранную ценность почвенного покрова для городской среды и устанавливается в размере:

- 5 - для особо охраняемых природных территорий;
- 4 - для природных озелененных территорий (кроме особо охраняемых природных территорий);
- 3 - для остальных территорий;
- 1 - для территорий промышленных зон, на которых отсутствуют зеленые насаждения.

На федеральном уровне в настоящее время для расчета вреда, нанесенного почве в действие, находится «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», которая была утверждена Приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г. N 238.

Данная методика предназначена для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам в результате нарушения законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. И применяется в случаях, когда необходимо оценить состояние почв и нанесенный вред после: химического загрязнения почв в результате поступления в почвы химических веществ; несанкционированного размещения отходов производства и потребления; порчи почв в результате самовольного запечатывания поверхности почв.

Методика не применяется в случае радиоактивного загрязнения, а также несанкционированного размещения биологических, радиоактивных и отходов лечебно-профилактических учреждений.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, осуществляется по формуле, согласно федеральной методике состоит из следующих составляющих: размер вреда при химическом загрязнении, размер вреда в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления, размер вреда при порче почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв. Следовательно, для получения конечного результата по ущербу, необходимо рассчитать составляющие.

$$\text{УЩ} = \text{УЩ}_{\text{загр}} + \text{УЩ}_{\text{отх}} + \text{УЩ}_{\text{порч}} \quad (7),$$

Ущзагр – размер вреда при химическом загрязнении почв (руб.);

Ущотх – размер вреда в результате несанкционированного размещения отходов производства и потребления, (руб.);

Ущпорч – размер вреда при порче почв в результате самовольного (незаконного) перекрытия поверхности почв, а также почвенного профиля искусственными покрытиями и (или) линейными объектами (руб.);

В данной дипломной работе будет оценен только ущерб при химическом загрязнении почв по формуле (8):

$$\text{УЩ}_{\text{загр}} = \text{СХЗ} \times \text{S} \times \text{Kr} \times \text{K}_{\text{исх}} \times \text{Tx} \quad (8),$$

Ущзагр – размер вреда (руб.);

СХЗ – степень химического загрязнения;

S – площадь загрязненного участка (м²);

K_r – показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв;

$K_{исх}$ – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения, на которой расположен загрязненный участок;

T_x – такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв (руб./м²).

Степень химического загрязнения зависит от соотношения фактического содержания i -го химического вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв.

Соотношение (C) фактического содержания i -го химического вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв определяется по формуле (9).

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{X_n} \quad (9)$$

X_i – фактическое содержание i -го химического вещества в почве (мг/кг);

X_n – норматив качества окружающей среды для почв (мг/кг).

При отсутствии установленного норматива качества окружающей среды для почв (для конкретного химического вещества) в качестве значения X_n применяется значение концентрации этого химического вещества на сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения.

При значении (C) менее 5 СХВ принимается равным 1,5; при значении (C) в интервале от 5 до 10 СХВ принимается равным 2,0; при значении (C) в интервале от более 10 до 20 СХВ принимается равным 3,0; при значении (C) в интервале от более 20 до 30 СХВ принимается равным 4,0; при значении (C) в интервале от более 30 до 50 СХВ принимается равным 5,0; при значении (C) более 50 СХВ принимается равным 6,0.

Показатель в зависимости от глубины химического загрязнения или порчи почв (K_r) рассчитывается в соответствии с фактической глубиной химического загрязнения или порчи почв.

При глубине химического загрязнения или порчи почв до 20 см (K_r) принимается равным 1; до 50 см (K_r) принимается равным 1,3; до 100 см (K_r) принимается равным 1,5; до 150 см (K_r) принимается равным 1,7; более 150 см. (K_r) принимается равным 2,0.

Показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения ($K_{исх}$)

определяется исходя из категории земель и целевого назначения.

Для земель особо охраняемых территорий (Кисх) равен 2; для мохово-лишайниковых оленьих и лугово-разнотравных горных пастбищ в составе земель всех категорий (Кисх) равен 1,9; для водоохраных зон в составе земель всех категорий (Кисх) равен 1,8; для сельскохозяйственных угодий в составе земель сельскохозяйственного назначения (Кисх) равен 1,6; для облесенных территорий в составе земель всех категорий (Кисх) равен 1,5; для земель населенных пунктов (за исключением земельных участков, отнесенных к территориальным зонам производственного, специального назначения, инженерных и транспортных инфраструктур, военных объектов) (Кисх) равен 1,3; для остальных категорий и видов целевого назначения (Кисх) равен 1,0.

Если территория одновременно может быть отнесена к нескольким видам целевого назначения, приведенным в таблице, то в расчетах используется коэффициент Кисх с максимальным значением.

Такса для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту окружающей среды, при химическом загрязнении почв (Тх) представлена в приложении к методикам, измеряет в руб/м² почвы и вирируется в пределах от 500 (лесостепная зона) до 900 (Горный альпийский и субальпийский пояс, тайга).

Следует разделить понятия ущерба и вреда, причиненного землям. Под ущербом понимается выражение суммарных затрат, необходимых для восстановления утраченного природно-хозяйственного качества почв и земель и компенсации остаточного или невосполнимого вреда, причиненного деградацией, захлалением и загрязнением почв и земель. То есть, его возможно рассчитать только в единицах стоимости. В отличие от ущерба, вред представляет собой изменение состояния городских почв, приводящее к частичной или полной утрате способности городских почв выполнять экологические функции в результате неправомерных действий (бездействия) при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, в том числе в результате неправомерного запечатывания территории. Таким образом, вред может быть выражен не только в единицах стоимости, а также в единицах, показывающих величину утраты некоего изначального (эталонного) качества, например, - баллах. С другой стороны, ущерб причиняется компоненту окружающей среды, в данном случае почвам, а вред причиняется окружающей среде в целом через загрязнение и деградацию почв и земель. Таким образом, определение понятия вред более широкое (комплексное), чем ущерб. В большинстве случаев термины "ущерб природным ресурсам" и "вред окружающей среде" являются равнозначными по своему смыслу, в данной работе мы также придерживаемся этой точки зрения.

При сравнительном анализе описанных выше методик следует обратить внимание на тот фактор, что в настоящее время нет методики определения ущерба и вреда, которая бы в полной степени могла бы учитывать все факторы, влияющие на ухудшение окружающей природной среды.

Методики определения размеров ущерба от деградации почв и земель (июль, 1994 г.) и от загрязнения земель химическими веществами» (27 декабря 1993 г. N 04 25/61-5678) в большей степени направлены на определение ущерба для сельскохозяйственных земель. В них используется показатель Нс – норматив стоимости сельскохозяйственных земель, который с 1.01.2007 г. по земельному кодексу был отменен. Для произведения расчетов по данным методикам, вместо показателя Нс использовалась нормативная цена исследуемого участка. Коэффициенты, используемые в данных методика необходимо доработать, так как их внимание полностью обращено на экологические аспекты и не имеют экономической обоснованности.

Одним из отличий методики оценки размера вреда (N 589-ПП), причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захламления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв, от рассмотренных выше методик является то, что в ней учитывается размер затрат, связанных с приведением городских почв в состояние, отвечающее нормативным требованиям (затрат на восстановление, стоимостью поврежденного имущества (земельного участка), а также затрат на проведение обследования и аналитических работ. Но с другой стороны, не указаны определенные таксы для расчета затрат на проведение оценки вреда, указано только что данные должны быть исследованы в аттестованных и аккредитованных лабораториях. Положительным аспектом является и то, что при оценке вреда используется точный объем загрязняющего вещества, в отличие от определения ущерба, в котором точно определяется только площадь загрязнения, а глубина учитывается с помощью коэффициента Кг. В расчетную формулу, безусловно, необходимо добавить слагаемое, отражающее вред, нанесенный живым организмам и здоровью человека. Также необходимо добавление параметра, отражающего физико-механическое состояние почв в более четком виде, поскольку проблема уплотнения почв является достаточно актуальной.

В общем виде подходы в федеральной и региональной (московской) методиках похожи, различаются, в большей степени, поправочными коэффициентами, используемыми при расчетах конкретных видов ущерба. В методике 2010 года, как и в московской, отсутствует учет воздействия загрязнения на живые организмы, что является крайне неверным, так как почва является одним из важнейших условий жизни для человека, и местом обитания живых организмов. Также отсутствует показатель,

отражающий физическо-механические свойства почвы, при отсутствие которого невозможно произвести полноценную оценку.

Сомнения вызывают значения коэффициентов, равные 1, поскольку при расчете они совсем не делают вклада в итоговое значение размера ущерба, однако при этом несомненно фактический вред нанесен. Например, при загрязнении почвы в 0-20 см слое, коэффициент равен 1, в то время как именно эта толща выполняет важнейшие экологические функции.

Возможно, в сумму стоимости восстановления вреда необходимо добавить затраты, полученные при определении состояния почвы, как это сделано в московской методике оценки.

Ни в одной рассмотренной методике не учитывается функциональное использование территории, лишь только коэффициенты использовались для определения местоположения участка, в методике определения вреда – удаленность от садового кольца, в методике определения ущерба от загрязнения и деградации – экономические районы Российской Федерации. В федеральной методике – показатель в зависимости от категории земель и целевого назначения. Очевидно, что загрязнение почвы детской площадки в спальном районе города, находящемся за пределами садового кольца принесёт большие негативные последствия, ухудшения качеств почвы в его пределах.

Таким образом, выявлено, что в каждой методике можно отметить плюсы и минусы и необходимо осуществить некоторые доработки.

Таким образом, к настоящему времени сложились представления о способах оценки экосистемных сервисов, а также деградации почв, в том числе, методологические принципы определения ущерба, наносимого почвам и землям в результате процессов загрязнения и захламления. Определен широкий спектр товаров и услуг, которые обеспечивают отдельные экосистемы и биосфера в целом. Многие люди недооценивают многие из этих услуг поскольку они не покупаются и не продаются на рынке, и как следствие, они часто деградируют. Будущая политика должна быть направлена на разумное удовлетворение потребностей человека и уменьшение негативного воздействия на окружающую природную среду, используя различные экономические рычаги, в частности, экономическую оценку экосистемных услуг и определение стоимости и выгоды от действия или бездействия в отношении программы по восстановлению деградированных земель.

Глава 2. Объекты и методы исследования

2.1. Характеристика объекта исследования

Объектом исследования послужил Учебно-опытный почвенно-экологический центр МГУ имени М.В. Ломоносова, который является базой проведения учебных и производственных практик студентов и аспирантов факультета почвоведения этого же университета. Исследуемый объект расположен на территории поселка Чашниково в Солнечногорском районе Московской области на 43-ем километре Ленинградского шоссе и занимает площадь 650 га. Все земли УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова относятся к категории сельскохозяйственного назначения. При этом в структуре землепользования преобладают лесные и пахотные угодья (рис.3).

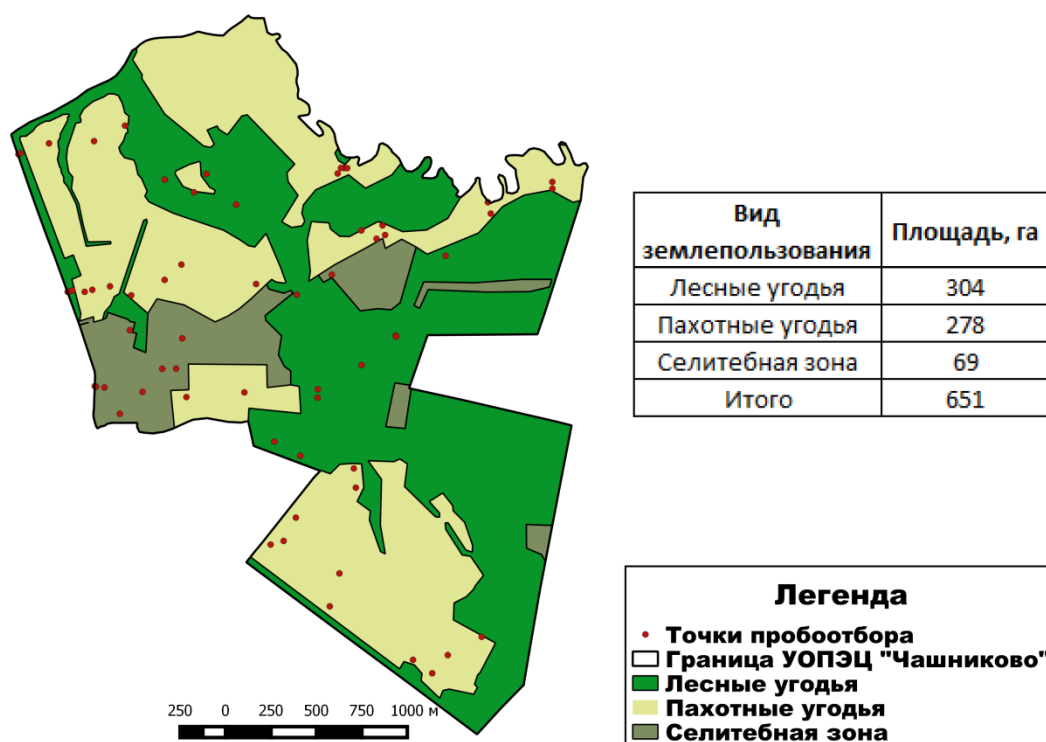


Рис. 3. План землепользования УО ПЭЦ МГУ

Климат. Чашниково расположен на севере Московской области. Климатические условия на севере Московской области характеризуются суровой снежной зимой и теплым летом со значительным среднегодовым количеством осадков. При средней годовой температуре около 3,5°C количество осадков достигает 500-600 мм. По данным метеостанций города Москвы, Клина и метеопункта УО ПЭЦ МГУ Чашниково, самым

холодным месяцем в году является январь (-10,5°C), а самый теплым – июль (+17,5°C). Первые морозы наступают в среднем 25 октября и заканчиваются 12 мая. Безморозный период длится около 135 дней. В Солнечногорске осадков выпадает почти на 100 мм больше, чем в Москве. Над Клинско – Дмитровской грядой, где расположен опытный центр, осадков выпадает на 15-20 % больше, чем в окружающих его районах. Из общего количества осадков на долю снега приходится около 25%. Максимальная высота снежного покрова фиксируется в феврале и достигает 31 см (Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково, 1986).

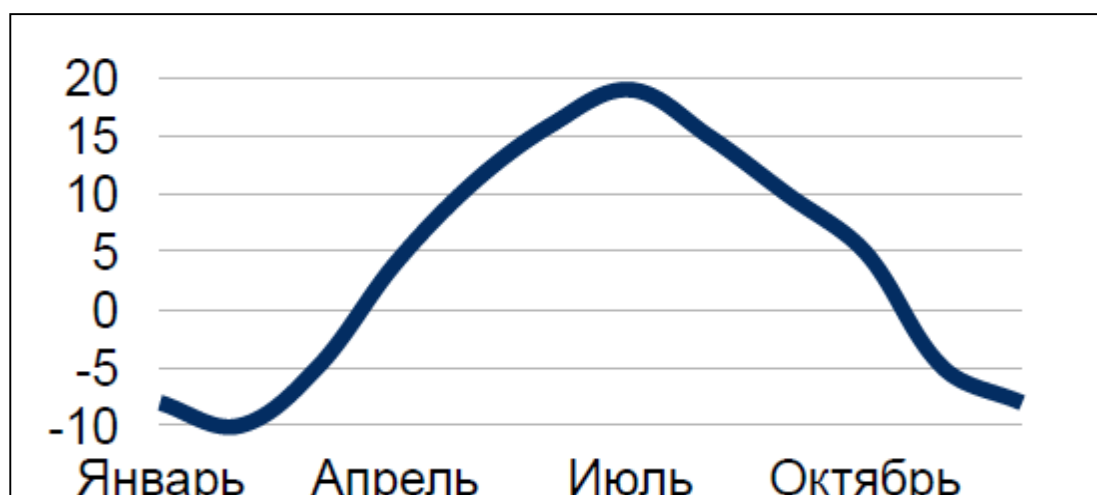


Рис. 4. Среднегодовая температура на территории района исследования (град. Цельсия)

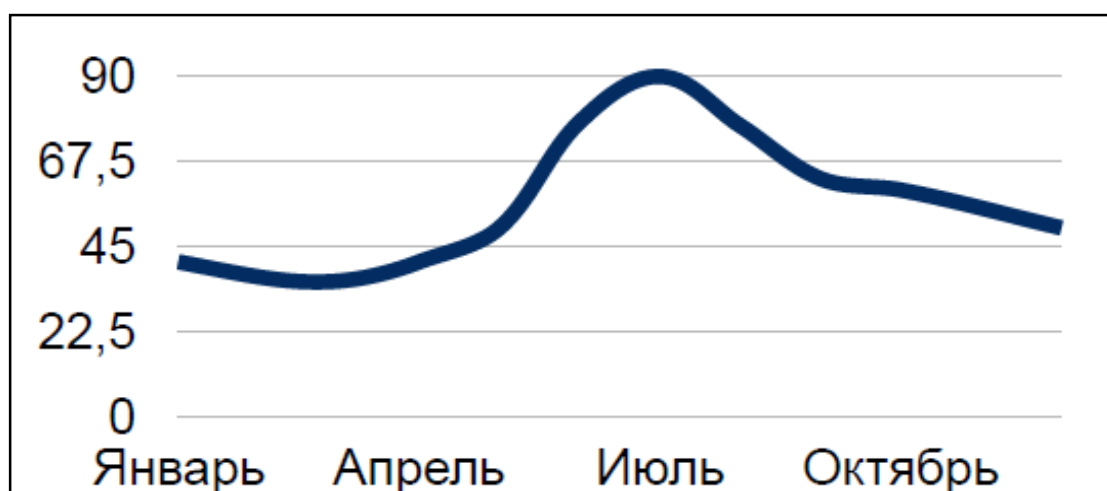


Рис. 5. Среднегодовые осадки на территории района исследования (мм)

Рельеф. Солнечногорский район расположен в западной части Клинско-Дмитровской гряды, которая является частью Смоленско-Московской возвышенности. Клинско-Дмитровская гряда находится в краевой зоне Московского оледенения, что послужило, вероятно, одной из причин скопления здесь моренных наносов. Поэтому для территории Солнечногорского района характерен холмистый моренный рельеф, сильно расчлененный эрозионными процессами с перепадами высот 40-50 м.

В районе УО ПЭЦ «Чашниково» развиты три генетических типа рельефа

- ледниковый: представлен Льяловской и Алабушинской субширотными грядами, являющимися современным водоразделом, образованным конечными моренами Московского ледника
- флювиогляциальный: представлен сохранившейся ложбиной стока ледниковых вод. Ложбина стока заполнена флювиогляциальными, преимущественно песчаными, образованиями.
- флювиальный: ложбина постепенно превратилась в долину реки Клязьмы, представляющую флювиальный тип рельефа на территории УО ПЭЦ.

На территории Чашниково представлены 4 террасы. IV терраса – самая древняя, эрозионная, сформировавшаяся после отступления Московского ледника (конец среднего плейстоцена). Она представлена в основном покровными суглинками, легкими и средними по механическому составу. III терраса выделяется на высотах 82-90 метров. Сильно расчлененная деятельностью временных водотоков III эрозионная терраса представлена красно-бурыми, глинистыми, сильно опесчаненными моренными отложениями. II терраса - эрозионно-аккумулятивная. На территории ОУ ПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова она представлена останцами из-за усиления эрозионной деятельности реки Клязьмы в период формирования террасы. II терраса сложена аллювиальными отложениями, представленными средне- и мелкозернистыми песками бурого цвета, которые на глубине сменяются желтыми глинами. I надпойменная терраса - аккумулятивная, выделяется на высотах 75-70 метров, сложена аллювиальными отложениями – песками с примесью глинистых частиц (Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково, 1986).

Солнечногорский район лежит на водоразделе речных систем Волги и Москвы. Здесь берут начало реки Истра, Сестра, Клязьма. Здесь расположены два крупных водоема: озеро Сенежское и Истринское водохранилище.

По ландшафтным условиям территорию УО ПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова можно разделить на два массива. Первый приурочен к наиболее возвышенной части водораздельного пространства между реками Сходня и Клязьма и к высокой III

надпойменной террасе реки Клязьмы. Второй массив представлен поймой реки Клязьмы и ее I и II надпойменными террасами (Василевская В.Д. и др., 1999).

Мезорельеф представлен в основном плакорными участками, сильно сглаженными всхолмлениями и склонами различной экспозиции и длины. В С-В части Чашниково территория расчленена глубокими оврагами. Микрорельеф равнинной части опытного центра представлен неглубокими западинами и протяжинами. Также характерно присутствие ложбин стоков (Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково, 1986).

Почвенный покров. Пестрота форм микро- и мезорельефа объясняет пестроту почвенного покрова Чашниково. Почвенный покров территории агрохозяйства достаточно типичен для северной и северо-западной части Московской области. Водораздельная территория, включая III и II надпойменные террасы, заняты дерново-подзолистыми почвами различной степени оподзоленности, оглеенности, смытости и намытости, и окультуренности. Наибольшее распространение имеют дерново-среднеподзолистые почвы различного гранулометрического состава. Встречаются также болотные почвы: болотные-торфяно-глеевые, перегнойно-глеевые, торфяно-глеевые; торфяники; аллювиальные: аллювиальные болотно-глеевые, аллювиальные луговые, аллювиальные луговые дерновые (Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково, 1986).

Материнской породой для них служат преимущественно двучленные отложения – покровные суглинки, подстилаемые мореной. Реже в качестве почвообразующей породы встречается морена или флювиогляциальные отложения и делювиальные суглинки.

Растительность. Территория УО ПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова относится к подзоне елово-широколиственных лесов. На водоразделах господствуют сложные ельники, ельники-кисличники с широкотравьем. Еловые леса чередуются с дубовыми, которые отличаются разнообразием - дубняки с орешником и широкотравьем, дубняки с кленом, липой и широкотравьем. В прирусловых пространствах чаще встречаются ельники-березняки с подлеском из черемухи, рябины, бузины и участков осинников примесью серой ольхи. Притеррасная пойма покрыта березняками на торфах с примесью осины и ольхи (Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково, 1986).

Пойма реки Клязьма занята лугами. Повышенные участки поймы заняты сухими осуходоленными душистоколосково-мелкотравными лугами с преобладанием видов, типичных для суходолов. По склонам распространены влажные лисохвосто-щучково-разнотравные и сырые лисохвосто-щучково-осоковые луга. Особенностью долинного ландшафта УО ПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова являются березово-еловые, березовые и березово-сероольховные болота, которые занимают большую часть площади долинного

2.2. Полевые методы обследования

В течение 2012 – 2014 годов на территории УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова "Чашниково" проводился отбор смешанных проб почв. Для этого указанная территория была разделена на квадратные ячейки размером 300 м x 300 м. Методом равномерной случайно-упорядоченной сетки с каждой пробной площади буром отбиралась 1 смешанная (объединенная) проба. Форма площадки пробоотбора - квадрат, размеры – 1 м x 1 м (ГОСТ 17.4.4.02-84).

Смешанная (объединенная) проба готовилась путем смешивания точечных проб одинаковой массы, отобранных на одной пробной площадке. Отбирались методом «конверта» 5 точечных проб с одной пробной площадки (четыре точки в углах и одна в центре). Масса каждой точечной пробы не более 200 г, масса смешанной пробы не менее 1 кг.

Глубина пробоотбора – 0-20 см на пашне, 0-10 см с других видов угодий.

Всего было отобрано 86 смешанных проб на территории УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова. Таблица с описанием точек пробоотбора находится в Приложении 1.

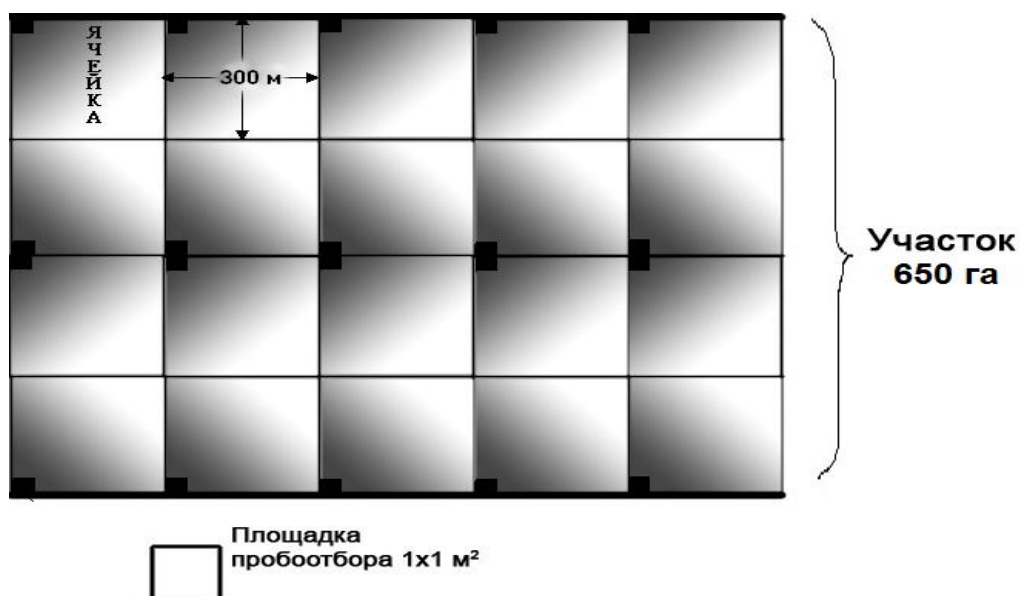


Рис. 7. Схема пробоотбора

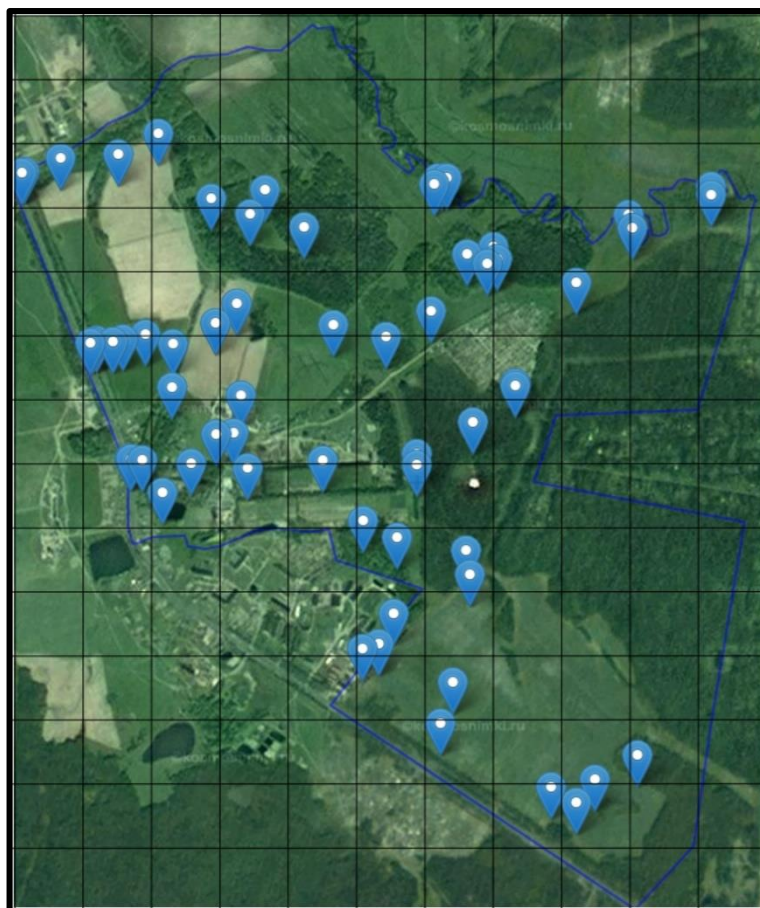


Рис. 8. Схема пробоотбора

2.3. Лабораторные методы обследования

В отобранные в ходе летней практики смешанных пробах по общепринятым условиям (Аринушкина, 1970; Воробьева, 1998 и др.) были определены следующие свойства почв:

1) Содержание подвижных форм фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207) (Минеев, 2004);

Данный метод используется для определения подвижных соединений фосфора и калия в подзолистых, дерново-подзолистых, серых-лесных почвах. Метод основан на извлечении подвижных соединений фосфора и калия из почвы раствором соляной кислоты концентрации 0,2 моль/дм при отношении почвы к раствору 1:5 для минеральных горизонтов и 1:50 для органических горизонтов и последующем определении фосфора в виде синего фосфорно-молибденового комплекса на фотоэлектроколориметре и калия — на пламенном фотометре.

- 2) рН - водной и солевой вытяжки – потенциометрический метод (ГОСТ 26483-85);
- 3) Определение содержания углерода органических соединений почвы методом Тюрина (Орлов, Гришина, 1969);

Метод основан на окислении органического вещества серноокислым раствором бихромата калия, избыток которого обратно оттитровывается солью Мора. Содержание углерода определяют косвенно по количеству хромовой смеси, затраченной на окисление органического вещества. Фактически этим методом определяют окисляемость гумуса. Однако, метод применяется не для всех почв. Недостатком метода Тюрина можно считать неполное окисление органического вещества в оторфованных или обогащенных разложившимися растительными остатками горизонтах.

- 4) Содержание тяжелых металлов в 1 н вытяжке HNO_3 – в соответствии с «Руководством по санитарно-химическому исследованию почвы» М., 1993 и требованиям СанПиН8299-91.

Согласно исследования, более всего тяжелых металлов извлекает именно азотнокислая вытяжка, процентное содержание этих форм тяжелых металлов от их валового количества составляет для свинца и цинка 60-90%, для меди и марганца — 50-70%, для хрома, никеля и кадмия — 15-30 % («Почва, город...», 1997).

2.4. Необходимость применения экосистемных сервисов почв при оценке ущерба/вреда от деградации земель

Под убытками (ущербом) в Гражданском кодексе Российской Федерации, «...понимаются расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, утрата или повреждение его имущества (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которые это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено (упущенная выгода)» (часть 1, ст. 15).

Таким образом, сложилось представление, что величина ущерба/вреда, наносимого почвам и землям деградацией, включает две основные части – стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земельного участка до исходного (недеградированного) состояния и так называемой «упущенной выгоды» (Медведева, 2004) — формула (13).

$$\text{Ущерб от деградации земель} = \text{Стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель} + \text{Упущенная выгода} \quad (13)$$

Очевидно, что в понятие упущенной выгоды вкладывается главным образом убытки от неполученного/недополученного урожая, что существенно сужает содержание этого компонента ущерба от деградации земель, так как, как правило, при этом происходит не только снижение плодородия почв, но и нарушение других их функций в экосистемах (Добровольский, Никитин, 2012).

При условии возможности оценки в денежных единицах функций почв в экологических системах формулу (13) можно было бы модифицировать следующим образом (формула (14)):

$$\text{Ущерб от деградации земель} = \text{Стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель} + \text{Упущенная выгода} + \text{Денежная оценка невыполненных/невыполненных функций почв в экосистемах} \quad (14)$$

Однако говорить о возможности перевода функций почв в денежное выражение не совсем корректно. Функция почв – это широкое понятие, которое при проведении оценочных работ нуждается в конкретизации. Необходимой конкретизацией здесь будет использование экосистемных сервисов, которые сопряжены с рассматриваемыми почвенными функциями.

Таким образом, формула (14) была модифицирована в формулу (15) (рис. 9):

$$\text{Ущерб от деградации земель} = \text{Стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель} + \text{Потери экосистемных услуг почв (включая убытки от неполучения/недополучения урожая)} + \text{Снижение рыночной стоимости земель} \quad (15)$$

Однако сколько-нибудь обширного опыта, по количественной оценке, (в том числе, по переводу в денежное выражение) экологических функций почв в отдельных биогеоценозах и биосфере в целом не существует (Добровольский, Никитин, 2012).

В тоже время в последние десятилетия в экологической науке активно развивается направление, связанное с учетом экосистемных услуг (сервисов), основной задачей которого является разработка принципов устойчивого природопользования в целом и устойчивого землепользования в частности. Кроме того, в ходе изучения экосистемных услуг, в том числе, оказываемых почвами и землями, был получен обширный опыт по

переводу их в денежный эквивалент (Бобылев, 2014; Бобылев, Захаров, 2009; Диксон, Скура и др., 2000; Перман, Ма, 2006; Хаббард, 2009; Цветнов и др., 2007, 2012, 2013, Costanza et al, 2014; Groot et al, 2002; «Millennium Ecosystem...», 2005).

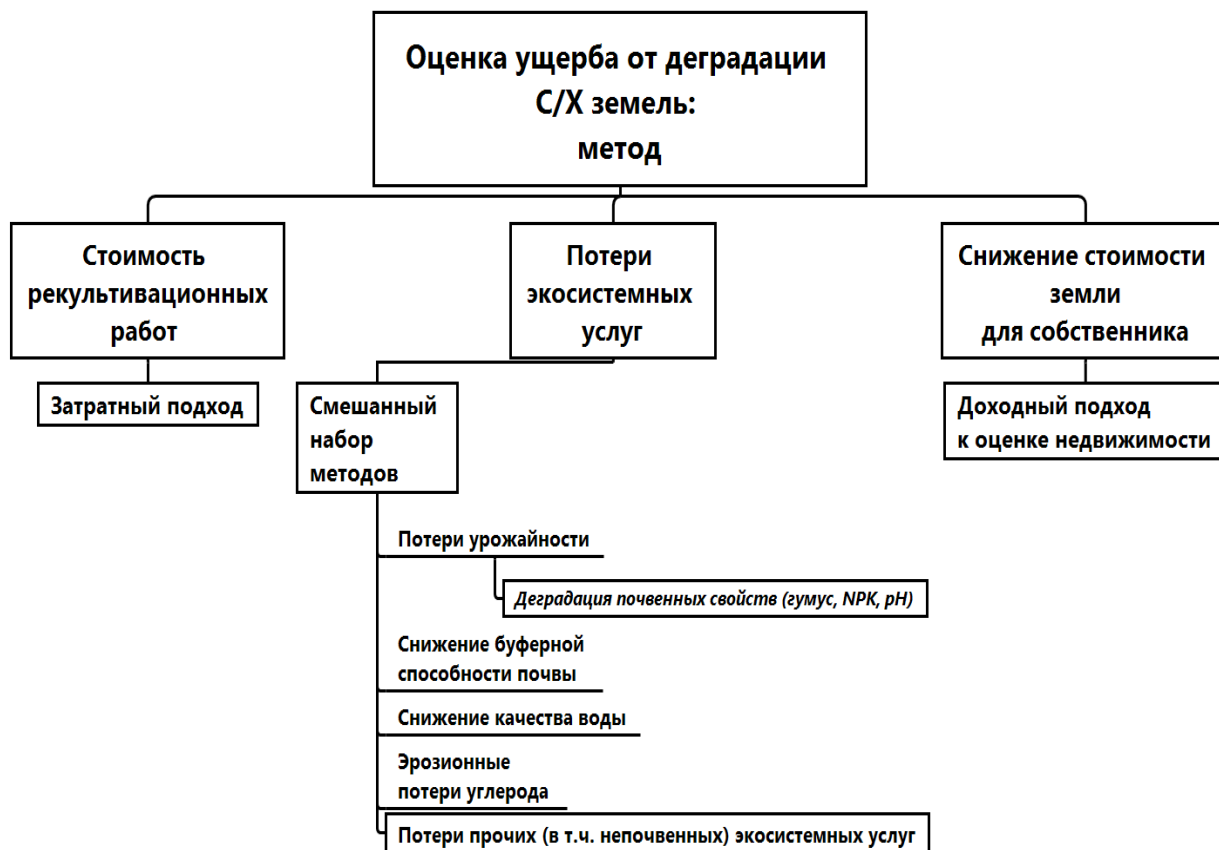


Рис 9. Формальная схема метода оценки ущерба от деградации сельскохозяйственных земель с учетом экосистемных услуг (на примере земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова)

Глава 3. Оценка деградированности и загрязненности почв УО ПЭЦ МГУ

Для оценки степени деградации и уровня загрязнения почв существует необходимость применения сравнительного метода относительного «эталонного» состояния, соответствующего нулевому уровню потери природно-хозяйственной значимости земель («Методические рекомендации...», 1996). Таким образом, смешанные пробы, отобранные на исследуемом участке УО ПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова, были исследованы на содержание гумуса, рН, подвижных форма калия и фосфора и содержание тяжелых металлов (Cd, Zn, Pb, Cu). Результаты химического анализа представлены в таблице № 12.

Полученные результаты лабораторных исследований оцениваются с позиции благоприятности условий для роста и развития растений. Оценка проводится путем сопоставления результатов химико-аналитических работ с существующими нормативами, в том числе - нормативами обеспеченности почвы элементами минерального питания (табл. 11, 13, 14).

Кислотность почв

По показателям рН в 1н. КС1 территория может быть отнесена к категориям от сильнокислой (рН в 1н. КС1 от 4) до нейтральной (рН в 1н. КС1 более 6) (рис. 10).

Табл. 11. Группировка почв по степени кислотности (Макаров, 2005)

Номер группы	рН в 1н. КС1	Степень кислотности
1	< 4	Очень сильно кислые
2	4,1 - 4,5	Сильнокислые
3	4,6 - 5,0	Среднекислые
4	5,1 - 5,5	Слабокислые
5	5,6 - 6,0	Близкие к нейтральным
6	6,1	Нейтральные

Табл. 12. Результаты химического анализа смешанных проб

№ участка	pH воды	pH ксl	K ₂ O мг/100г почвы	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	Сорг, %	Сu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг
1	7,11	6,30	6,53	28,52	2,30	41,63	165,20	13,84	0,21
2	7,27	6,27	15,26	57,83	4,20	28,73	585,70	19,51	0,27
3	6,41	5,77	10,86	9,10	1,10	12,99	20,63	7,84	0,09
4	6,94	5,98	7,59	18,50	0,50	11,00	20,00	10,60	0,30
5	6,80	5,37	8,44	16,00	0,30	11,40	18,00	13,00	0,08
6	6,98	5,31	6,75	42,25	0,00	8,70	15,10	6,50	0,30
7	6,46	5,95	8,50	59,50	0,70	8,70	16,50	9,00	0,40
8	6,99	6,16	14,16	28,00	0,80	7,30	13,60	10,00	0,30
9	6,20	6,12	7,35	7,50	1,40	11,20	11,60	4,40	0,15
10	6,85	6,48	10,12	7,00	6,90	16,00	42,00	11,50	0,07
11	5,00	5,70	7,59	9,50	2,10	10,20	14,40	13,50	0,08
12	7,63	6,27	12,60	46,82	1,50	26,52	176,90	18,23	0,17
13	6,99	6,23	4,59	18,42	4,50	22,16	111,70	24,88	0,33
14	4,37	6,30	37,36	51,00	0,80	14,20	63,30	40,00	0,35
15	7,16	6,95	7,17	160,00	1,70	22,50	653,00	100,00	0,40
16	6,76	7,05	9,82	19,50	1,10	12,50	34,20	48,40	0,38
17	7,42	7,06	6,63	22,50	1,30	17,50	37,60	16,30	0,25
18	6,87	6,40	18,58	62,00	1,10	12,50	23,00	9,50	0,40
19	7,25	6,12	9,64	49,00	1,70	12,00	21,60	13,80	0,40
20	7,19	6,34	10,42	25,00	3,20	14,50	24,50	10,30	0,50
21	6,71	5,73	18,08	13,00	3,50	20,00	41,00	15,40	0,90
22	6,96	6,16	15,06	24,00	2,70	15,00	30,00	11,00	0,50
23	6,32	6,28	13,86	9,00	5,80	26,60	71,50	1,00	0,15
24	7,14	6,74	24,22	53,00	0,40	11,50	23,30	11,70	0,30
25	6,96	6,44	25,91	57,00	0,70	14,70	30,50	9,30	0,35
26	6,91	6,06	1,70	21,25	2,60	2,58	9,32	5,26	0,12
27	6,10	5,31	6,29	10,35	2,00	13,69	8,25	6,65	0,12
28	5,51	5,26	10,22	10,27	1,30	10,07	14,06	7,42	0,11
29	6,75	6,11	11,00	30,00	2,20	5,87	20,71	7,83	0,15
30	6,74	6,12	8,91	9,57	1,70	13,92	21,11	7,81	0,19
31	6,45	5,91	8,88	9,90	1,70	6,92	10,91	7,39	0,14
32	6,68	5,80	8,00	78,75	3,60	3,97	14,81	5,76	0,24
33	6,11	5,57	7,50	57,50	2,30	15,89	90,18	10,03	0,13
34	7,17	6,57	13,68	10,54	1,00	29,69	112,10	11,58	0,09
35	7,50	5,70	7,47	4,56	1,20	19,26	45,99	20,56	0,18
37	6,82	5,90	12,50	56,25	2,00	2,89	13,80	7,29	0,14
38	7,09	6,04	14,50	56,25	2,20	2,44	11,10	6,45	0,11

№ участка	pH _{водн}	pH _{ксл}	K ₂ O мг/100г почвы	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	Сорг, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг
39	6,48	5,52	7,77	45,72	2,10	10,53	14,45	9,23	0,12
40	6,80	6,08	22,50	66,25	2,30	2,76	10,26	5,32	0,16
41	7,05	6,15	6,51	18,30	1,20	12,83	12,24	7,81	0,11
42	6,90	6,43	24,00	98,75	5,50	26,94	137,3	13,09	0,18
43	7,65	6,73	38,00	152,50	2,70	10,32	56,99	9,89	0,36
44	7,46	6,61	9,50	66,25	1,40	2,86	10,33	3,52	0,66
45	7,23	6,33	21,00	73,75	3,40	4,43	14,83	4,23	0,28
46	5,52	4,53	10,00	33,75	4,10	3,38	14,16	4,97	0,15
47	7,98	7,37	3,50	95,00	1,70	26,98	137,35	13,11	0,24
48	6,70	5,95	3,90	37,50	3,30	4,67	17,65	13,82	0,30
49	6,03	5,05	6,33	9,54	1,00	14,29	14,18	6,84	0,11
50	6,15	4,85	3,55	13,75	1,90	2,44	9,76	6,06	0,14
51	5,57	4,77	1,30	10,0	1,70	3,74	17,46	6,43	0,24
53	6,14	5,11	19,65	2,47	1,40	8,44	17,53	9,78	0,25
54	6,01	4,90	2,50	15,00	2,40	5,02	20,66	6,91	0,12
55	5,87	5,09	15,30	51,49	2,10	10,00	18,48	9,02	0,23
56	6,44	5,91	6,38	3,36	1,80	7,71	18,20	8,67	0,13
57	7,32	6,50	9,82	58,81	1,30	11,94	11,89	4,85	0,13
58	7,42	6,28	12,58	39,11	0,90	14,85	7,98	4,52	0,09
59	7,01	5,52	0,61	6,25	1,80	2,75	13,44	7,27	0,13
60	5,18	4,03	2,00	23,75	1,80	2,43	11,05	6,85	0,18
61	6,13	5,45	5,09	6,63	1,30	8,95	16,55	13,53	0,15
62	6,57	5,87	39,22	31,64	2,60	17,64	24,07	8,93	0,27
63	6,87	5,93	12,98	37,13	3,10	23,09	66,95	16,28	0,15
64	6,96	5,98	19,00	36,25	2,50	4,93	14,04	4,77	0,08
65	6,59	5,58	21,50	32,50	5,70	3,05	10,06	3,21	0,10
66	6,11	5,38	6,83	14,11	2,20	11,03	26,48	6,91	0,37
67	6,31	5,57	12,00	23,75	4,60	9,93	20,72	9,24	0,36
68	5,46	4,28	9,42	7,21	1,70	11,91	11,31	9,77	0,10
69	5,76	5,18	10,22	16,24	3,30	10,08	15,71	7,72	0,16
70	5,87	5,34	10,61	27,17	2,80	23,93	28,52	11,43	0,70
71	5,58	5,08	11,50	110,00	6,80	20,20	66,84	14,15	1,01
72	5,94	5,02	5,29	14,24	1,80	11,54	18,78	7,04	0,21
73	5,48	4,75	7,00	10,38	5,00	16,47	15,94	11,27	0,07
74	7,11	6,11	4,60	10,00	1,90	5,25	17,27	8,84	0,36
75	7,49	6,70	55,50	190,00	2,70	12,10	43,60	20,46	0,24
76	6,49	5,71	26,26	43,18	2,50	9,87	15,58	7,03	0,16
79	5,52	5,15	5,93	1,39	4,60	13,45	11,56	6,47	0,28
80	6,73	5,81	6,47	15,08	2,00	18,83	21,66	6,65	0,24

№ участка	pH _{водн}	pH _{kcl}	K ₂ O мг/100г почвы	P ₂ O ₅ мг/100г почвы	Сорг, %	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг
81	6,22	5,59	7,69	15,04	6,20	25,16	53,74	12,72	0,94
82	5,63	4,95	7,19	10,35	2,20	11,46	14,38	9,29	0,17
83	5,36	5,19	8,95	7,44	1,30	11,32	12,91	10,01	0,06
84	6,01	4,82	8,10	40,02	2,40	12,68	14,78	7,00	0,14
85	7,93	6,44	5,66	77,79	0,90	25,63	172,00	18,33	0,16
86	7,83	6,11	2,21	53,17	0,50	10,57	7,38	2,67	0,05
87	6,91	5,73	14,53	44,14	1,80	12,74	55,58	10,91	0,17
88	5,54	4,40	6,74	1,86	1,10	12,44	11,41	6,72	0,08
89	5,68	4,43	46,76	141,27	1,50	14,12	9,89	4,16	0,09
90	5,46	4,61	11,63	4,35	2,60	9,07	56,86	11,04	0,25

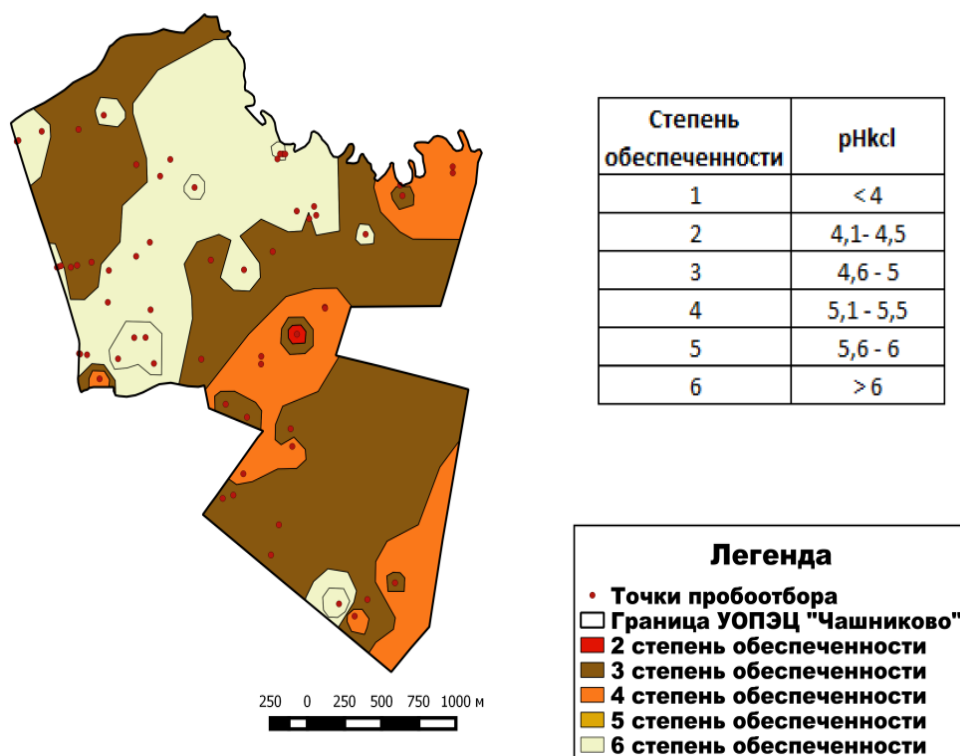


Рис. 10. Распределение показателя pH в Ин. КС1

Содержание гумуса

По уровню содержания гумуса большая часть территории относится к достаточно обеспеченной (более 3%), однако встречаются участки с содержанием органического вещества менее 1% (рис. 11).

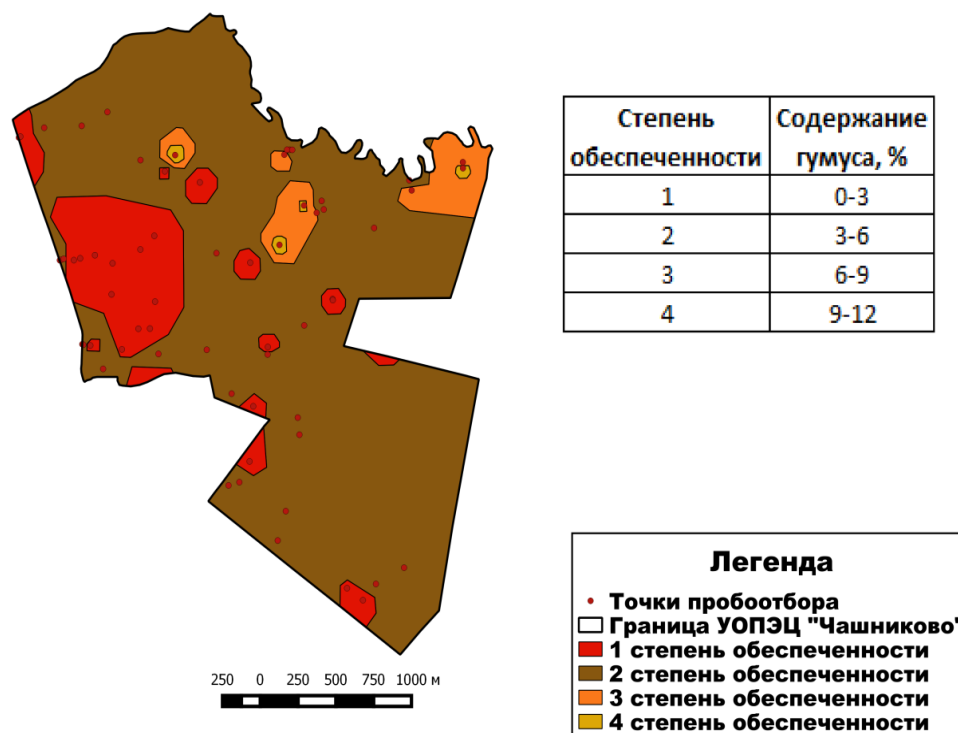


Рис. 11. Обеспеченность исследуемой территории содержанием гумуса (%)

Содержание доступного фосфора

Преимущественно территория относится к очень высокой степени обеспеченности фосфором, однако встречаются участки со средней степенью обеспеченности растений (рис. 12). Высокое содержание фосфора на всей территории объясняется регулярным внесением удобрений и, возможно, зафосфачиванием территории во время активного ведения сельскохозяйственной деятельности на территории полигона.

Табл. 13. Содержание доступного фосфора в почве (P_2O_5) и обеспеченность им растений, мг/100г почвы ("Практикум по агрохимии", 2001)

Номер группы	P_2O_5 , мг/100г почвы	Обеспеченность растений
1	< 2,5	Очень низкая
2	2,6 - 5,0	Низкая
3	5,1 - 10,0	Средняя
4	10,1 - 15,0	Повышенная
5	15,1 - 25,0	Высокая
6	> 25,0	Очень высокая

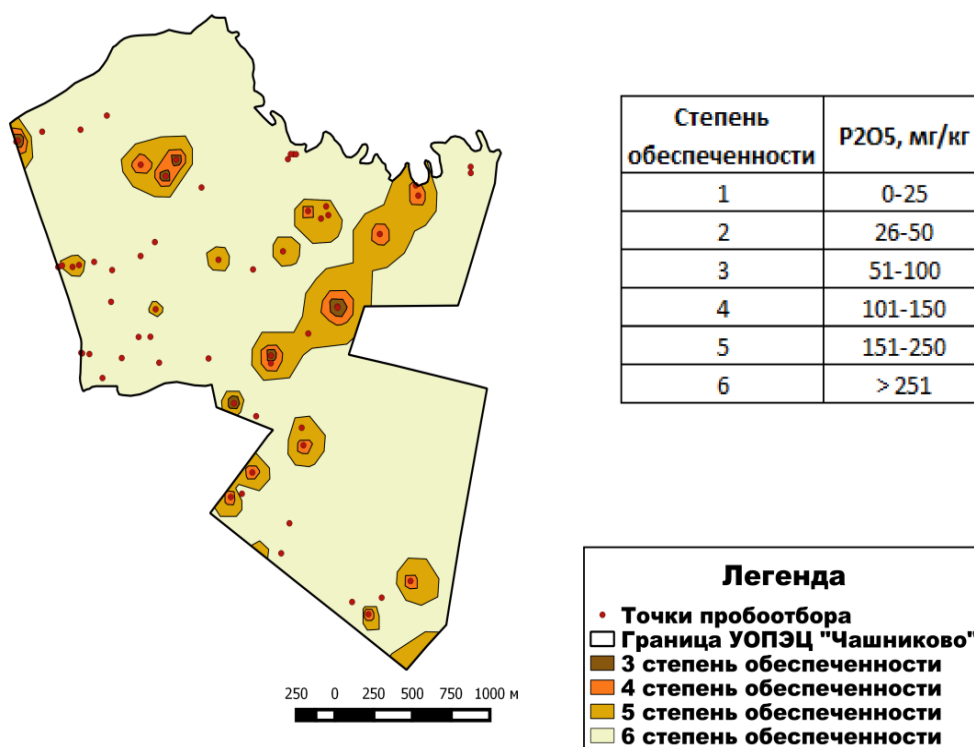


Рис. 12. Обеспеченность исследуемой территории доступными формами фосфора (P_2O_5), мг/кг

Содержание обменного калия

Исследуемая территория характеризуется варьирующим содержанием обменного калия. Большая часть территории УОПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова относится к средней

и более высоким градациям обеспеченности растений обменным калием. Однако встречаются локальные участки с очень низкой обеспеченностью (рис. 13).

Табл. 14. Содержание обменного калия в почве (K_2O) и обеспеченность им растений, мг/100г почвы ("Практикум по агрохимии", 2001)

Номер группы	K_2O , мг/100г почвы	Обеспеченность растений
1	< 4,0	Очень низкая
2	4,1 - 8,0	Низкая
3	8,1 - 12,0	Средняя
4	12,1 - 17,0	Повышенная
5	17,1 - 25,0	Высокая
6	> 25,0	Очень высокая

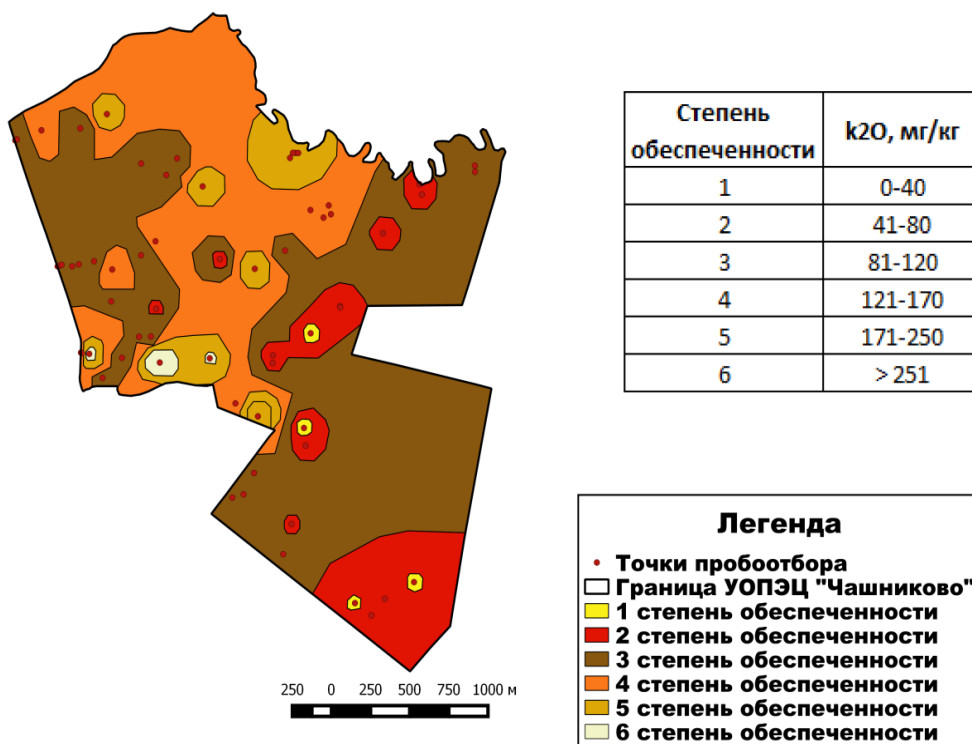


Рисунок 13. Обеспеченность исследуемой территории обменным калием (K_2O , мг/кг)

3.1. Деградированность почв и земель УО ПЭЦ МГУ

Под степенью деградации почв и земель в целом понимается характеристика их состояния, отражающая ухудшение качества их состава и свойств («Методические рекомендации...», 1996).

Для определения степени деградации почв существует необходимость «применения сравнительного или относительного показателя, характеризующего отличия свойства относительно некоего оптимального «эталонного» состояния, соответствующего нулевому уровню потери природно-хозяйственной значимости земель» («Методические рекомендации...», 1996). Однако нигде не указано, что необходимо брать за эталон.

Слово «эталон» французского происхождения (*étalon*, франц.), означает - образец для сравнения, точно рассчитанная мера чего-либо. Эталон природы - участок пространства (поверхностные слои литосферы, территория и акватория), отражающий состояние природы, принимаемое за естественное (Реймерс, 1990). В Толковом словаре по почвоведению (1998), приводится следующее определение: эталон – «это почвенный индивидуум, являющийся центральным понятием классификации. Может быть реальным индивидуумом (например, реальной почвой), выбранным внутри изучаемой совокупности почв; модальным индивидуумом (результатом нескольких приближений), не имеющим реального эквивалента в обследованных почвах; наконец, индивидуумом, относящимся к ранее составленной таксономии (например, почва-понятие)» (цит. по Гучок, 2009).

Основными параметрами деградации на территории УОПЭЦ МГУ им. М.В. Ломоносова являются уменьшение содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, уменьшение степени кислотности, площадь выведенных из землепользования угодий и загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами.

При анализе существующего проекта территориального землепользования было решено использовать различные эталоны (табл. 15) - модель высокого плодородия дерново-подзолистой средне- и легкосуглинистой почвы для пахотных земель дерново-подзолистых почв (Савич и другие, 2003); для сельскохозяйственных угодий аллювиальных и болотных почв - среднее арифметическое значения показателей свойств соответствующих почв УО ПЭЦ по литературным данным; для естественных ненарушенных почв, расположенных в лесной, служили характеристики свойств зональных дерново-подзолистых почв в соответствии с системой почвенно-географического районирования; для почв селитебной зоны выступали нормативные величины сертифицированных почвогрунтов, установленные постановлением

Правительства Москвы № 514-ПП от 27 июля 2004 «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве».

Табл. 15. Показатели эталонной почвы для: 1. Модель высокого плодородия дерново-подзолистой средне- и легкосуглинистой почвы; 2. Среднее арифметическое значения показателей свойств аллювиальных почв УО ПЭЦ МГУ; 3. Среднее арифметическое значения показателей свойств болотных почв УО ПЭЦ МГУ; 4. Смоленско-Московского почвенного округа; 5. Почвогрунтов

Округ	рН солевой, ед. рН	К₂О, мг/100г почвы	Р₂О₅, мг/100г почвы	Содержание гумуса, %
1	6	25	30	2,0
2	5,5	2,09	6,7	7,3
3	4,1	16,8	12,5	8,2
4	5,0	15,6	3,7	3,8
5	5,5	10	10	6,9

При оценке степени деградации почв и земель проводилась балльная оценка почвенных разностей по каждому из выбранных показателей. Ранжирование оценочных показателей осуществлялось по единой пятибалльной шкале в соответствии с "Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель" (1994), дифференцировано относительно выбранного эталона (табл. 16).

Степень деградации почв и земель по каждому диагностическому (в т.ч. дополнительному) показателю характеризуется пятью уровнями:

- 1 - недеградированные (ненарушенные);
- 2 - слабodeградированные;
- 3 - среднедеградированные;
- 4 - сильнодеградированные;
- 5 - очень сильнодеградированные (разрушенные), в том числе уничтожение почвенного покрова.



*Рис. 14. Проект территориального землеустройства
(сканированная версия, масштаб 1:5000)*

Расчет степени деградации проводился по следующей формуле (16):

$$\text{(Эталон – полученное значение) / эталон} * 100\% \quad (16)$$

Далее полученные значения сравнивались с данными таблицы "Диапазоны изменения свойств, соответствующие различным степеням деградации" и определялась степень деградации.

Табл. 16. Диапазоны изменения свойств, соответствующие различным степеням деградации.

Показатели	Степень деградации				
	1	2	3	4	5
Уменьшение запасов гумуса в профиле почвы, % от исходного	< 10	11 – 20	21 - 40	41 - 80	> 80
Уменьшение содержания подвижного фосфора в % от средней степени обеспеченности	< 10	11 – 20	21 - 40	41 – 80	> 80
Уменьшение содержания обменного калия в % от средней степени обеспеченности	< 10	11 – 20	21 - 40	41 – 80	> 80
Уменьшение степени кислотности (рН сол.) в % от средней степени кислотности	< 10	11 – 15	16 - 20	21 – 25	> 25

1. Изменение степени кислотности.

Кислотность почв является одним из базовых почвенных свойств, в значительной степени определяющих их продуктивность. Для оценки степени деградации почв по степени кислотности выбран показатель рН солевой вытяжки.

2. Изменение содержания гумуса.

Гумус необходим для нормального развития почвенной биоты, определяющей многие процессы развития наземной растительности. Потеря гумуса ведет к потенциальной опасности полного истощения почв и их полной деградации. Степень деградации почв по потере гумуса (как и по другим оценочным показателям экологического состояния почв и земель) определяют количественное и качественное снижение их биопродуктивности.

3. Изменение содержания подвижного фосфора.

Фосфор является не возобновляемым ресурсом, находится в верхних слоях почвы, где он аккумулируется в результате микробиологических процессов. Органическое вещество почвы содержит 20 - 60% от общего фосфора в почве, он обладает способностью переходить в фиксированное состояние, имеющее постоянную стабильность.

4. Изменение содержания обменного калия.

Калий - один из важных для растений элементов питания. Он способствует передвижению питательных веществ в растениях, повышает их устойчивость к морозам, болезням, увеличивает прочность волокон. Недостаток калия в почве можно восполнить внесением его с удобрениями.

По результатам оценки степеней деградации можно сделать следующие заключения:

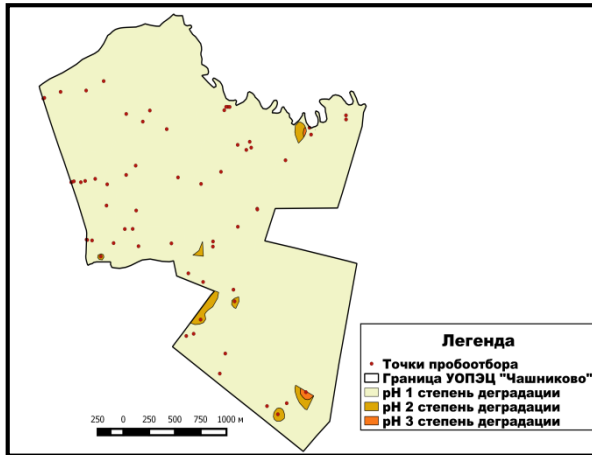
- значения кислотности почв практически всех изученных участков выше эталонного значения; соответственно деградация по уменьшению степени кислотности отсутствует, за исключением некоторых участков пахотных дерново-подзолистых почв;

- величины подвижного фосфора незначительно отличаются от эталонного значения; установленные 3-я и 4-я степени деградации по данному показателю характерны для локальных участков пахотных дерново-подзолистых почв;

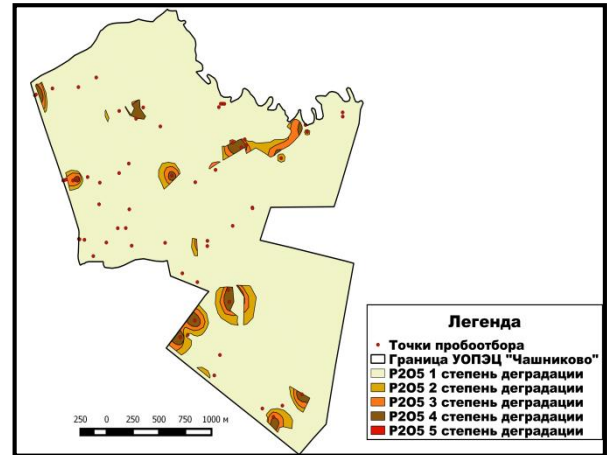
- почвы УО ПЭЦ МГУ более всего деградированы по содержанию обменного калия, и, соответственно, характеризуются 3-й (средней), 4-й (высокой) и 5-й (очень высокой) степенью деградации;

- содержание гумуса в основном находится на 1 уровне, что соответствует недеградированным территориям, однако встречаются участки с 3-й (средней) и 4-й (высокой) степенью деградации;

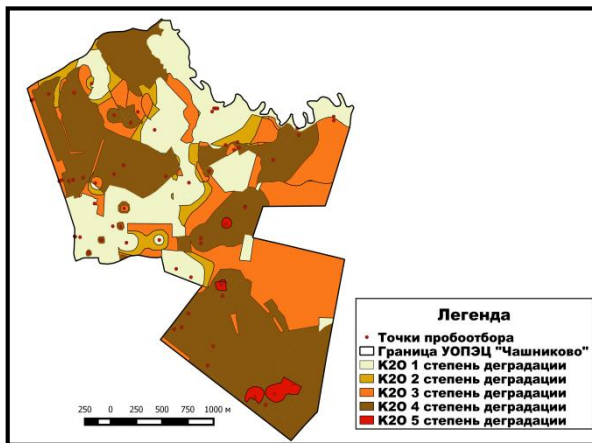
- в настоящее время почвы УО ПЭЦ МГУ практически не используются по своему целевому назначению, а именно, не выращивается с\х продукция. Стоит отметить, что ущерб от деградации, в частности не использование с\х угодий по их целевому назначению, носит массовый характер и является актуальной проблемой для современной России.



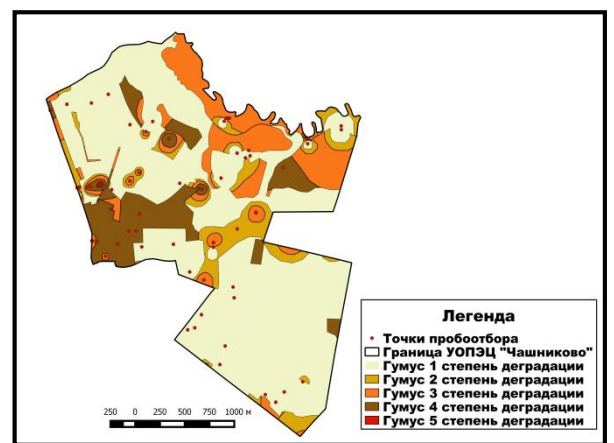
а) увеличение кислотности



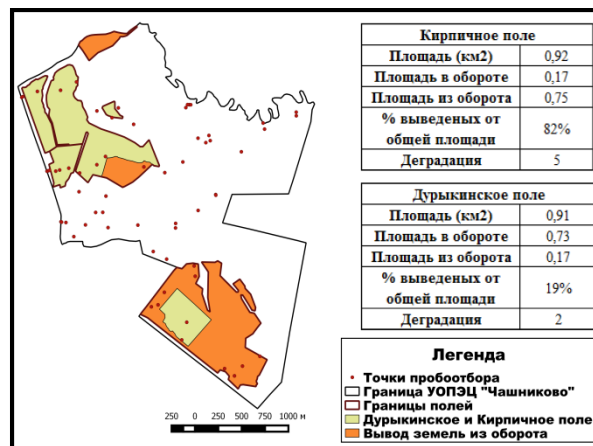
б) уменьшение содержания подвижного фосфора



в) уменьшение содержания обменного калия



г) уменьшения содержания гумуса



д) площадь выведенных из землепользования угодий

Рис. 15. (а, б, в, г, д) Картосхемы деградации почв УО ПЭЦ МГУ

3.2. Загрязненность почв и земель УО ПЭЦ МГУ

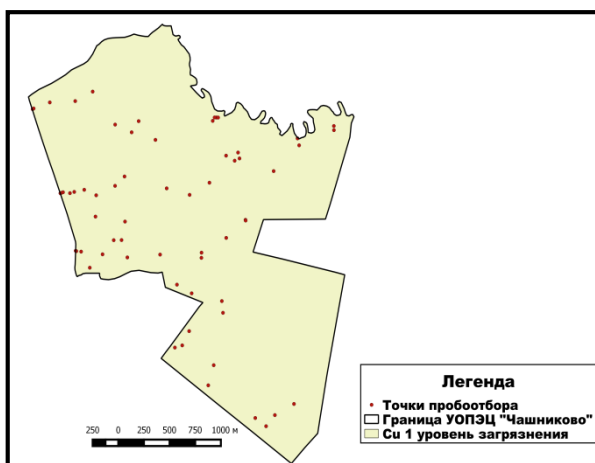
В соответствии с «Методическими рекомендациями...» (1996), для определения уровня загрязнения исследуемых почв, результаты определения тяжелых металлов сопоставлялись с экологическими нормативами их содержания, ранжированными по 5-ти балльной шкале (табл. 17).

Табл. 17. Показатели уровня загрязнения почв химическими веществами

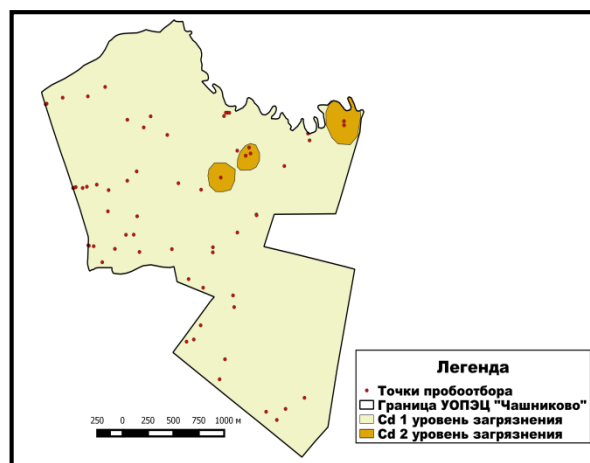
Элемент	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1	2	3	4	5
Кадмий	< 0,5	0,5 - 3,0	3,0 - 5,0	5,0 - 20	> 20
Свинец	< 32	32 – 125	125 - 250	250 - 600	> 600
Цинк	< 55	55 – 500	500 - 1500	1500 -3000	> 3000
Медь	< 33	33 – 200	200- 300	300 - 500	> 500

Результаты уровня загрязнения почв изучаемого объекта приведены на рисунках 16 (а, б, в, г).

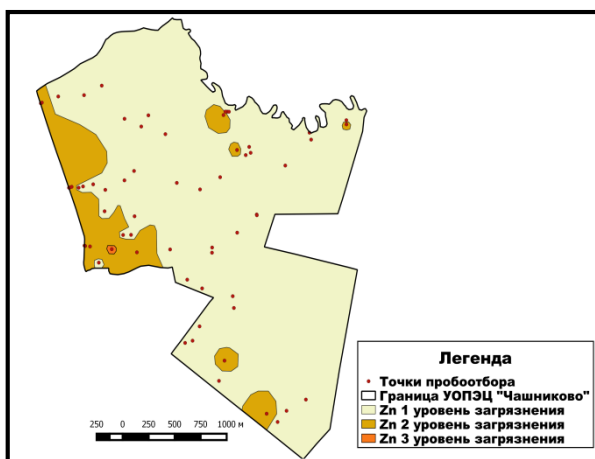
Из рис. 16 видно, что в почвах УО ПЭЦ МГУ по содержанию меди превышений нормативных значений не наблюдается, для них характерен 1-й (допустимый) уровень загрязнения; в целом почвы УО ПЭЦ МГУ характеризуются допустимым уровнем загрязнения тяжелыми металлами, повышенные концентрации тяжелых металлов наблюдаются, прежде всего, в почвах тех участков, которые приближены к автодорогам и селитебной зоне.



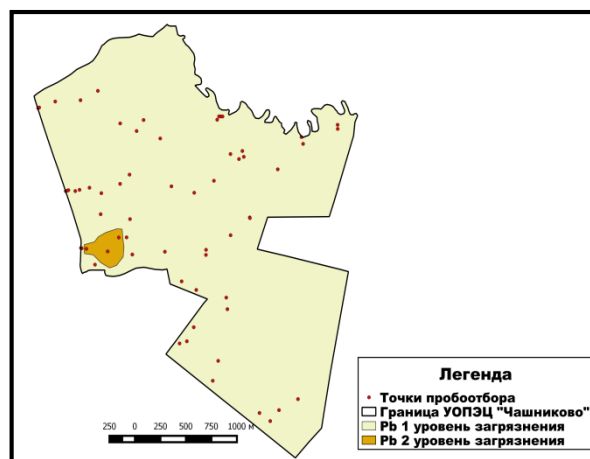
а) Cu



б) Cd



в) Zn



г) Pb

Рис. 16. (а, б, в, г) Картосхемы загрязнения почв тяжелыми металлами

Таким образом, изучаемые почвы, в целом, характеризуются близкой к нейтральной реакции среды, высоким содержанием доступного фосфора, варьирующим содержанием обменного калия и гумуса. Указанные свойства, вероятно, обусловлены комплексным воздействием удобрений во время активного ведения сельскохозяйственной деятельности на территории УО ПЭЦ МГУ им. М.В.Ломоносова. Кроме того, почвы УОПЭЦ МГУ характеризуются невысоким уровнем загрязнения тяжелыми металлами.

Глава 4. Оценка ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель с учетом экосистемных сервисов

Существует два основных способа исчисления размеров ущерба/вреда, нанесенного почвам и землям ("Порядок определения...", 1993):

1) исходя из затрат на проведение полного объема работ по очистке загрязненных земель, восстановлению деградированных земель, изъятию отходов с захламленных участков; в основном для определения данных затрат используются специальные экономические компьютерные программы, например, - SmetaWIZARD (версия 4.0);

2) в случае невозможности оценить указанные затраты, размеры ущерба от загрязнения земель рассчитываются по формулам, учитывающим площадь, глубину и степень загрязнения, деградации и захламления, экономические характеристики исследуемого региона и специальные земельные таксы, назначаемые нормативным путем.

Для определения ущерба/вреда от загрязнения и деградации почв и земель, расположенных на территории Учебно-опытного почвенно-экологического центра (УО ПЭЦ) МГУ имени М.В. Ломоносова "Чашниково" использовались следующие методики:

1. «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Утверждена Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприродой РФ 18 ноября 1993 г.).

2. «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Утверждена приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г.).

3. «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (Утверждена приказом Минприроды России от 8 июля 2010 № 238).

4.1. Расчет ущерба от загрязнения и деградации почв в соответствии с «Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Минприроды России, 1993) и «Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Минприроды России, Роскомзем, 1994)

В соответствии с методиками «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Минприроды России, 1993) и «Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Минприроды России, Роскомзем, 1994) размер ущерба от загрязнения и деградации почв рассчитывается по формулам (1) и (2), которые подробно были описаны в главе 1.

Результаты определения общего ущерба от загрязнения и деградации почв отражены на рисунках 17-24.

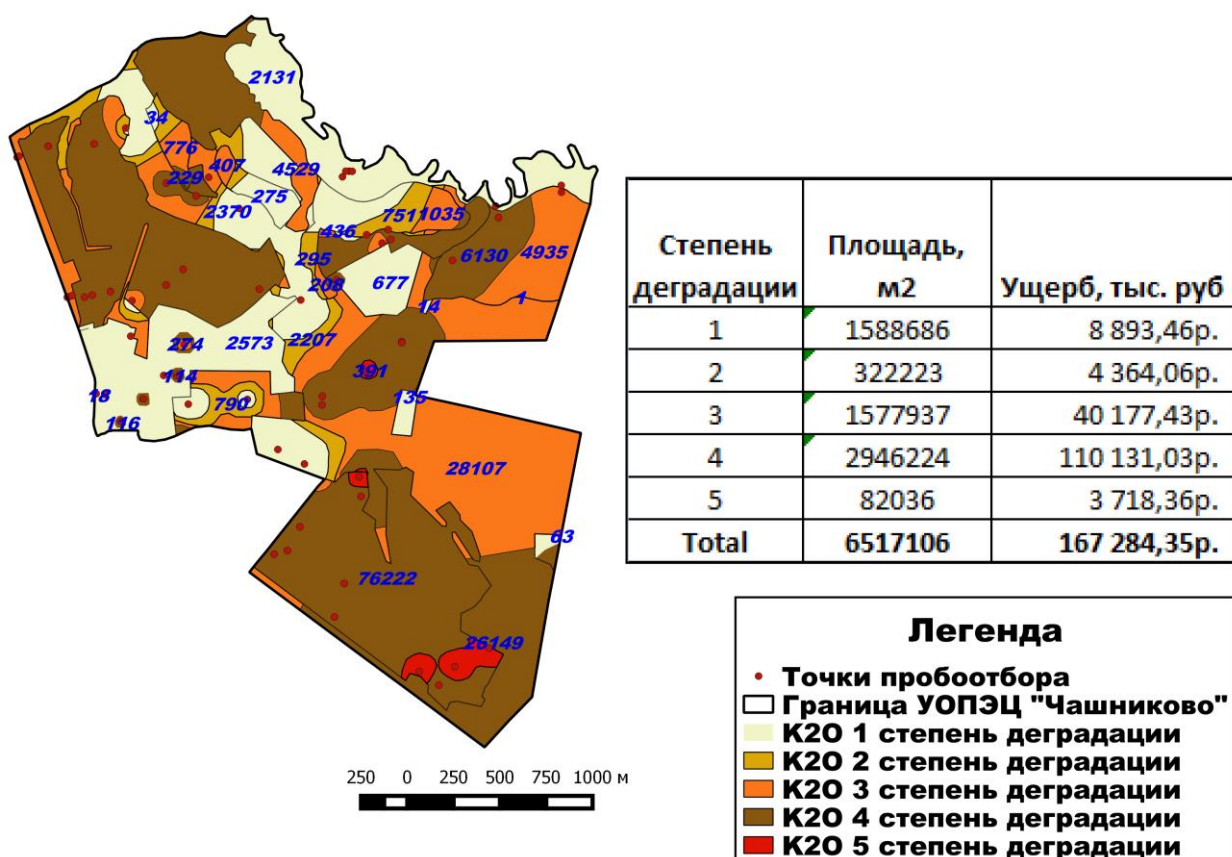
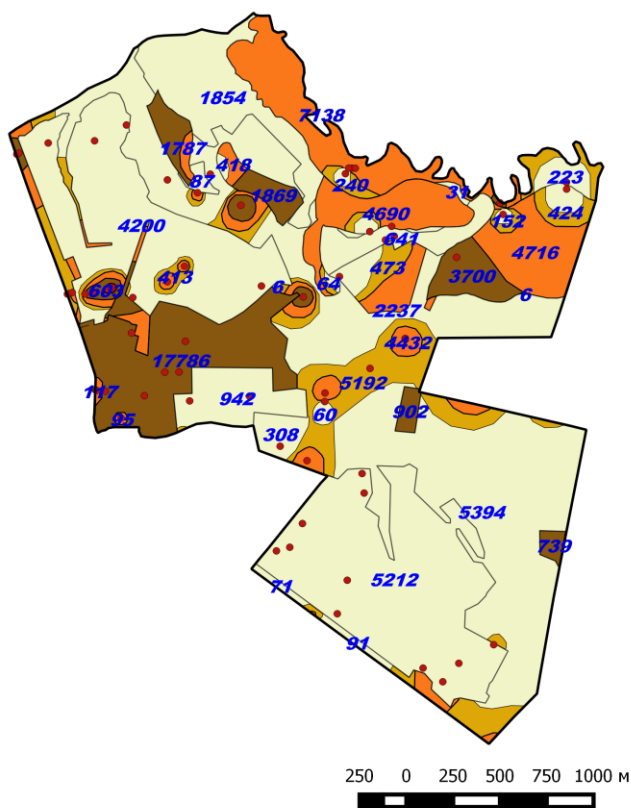


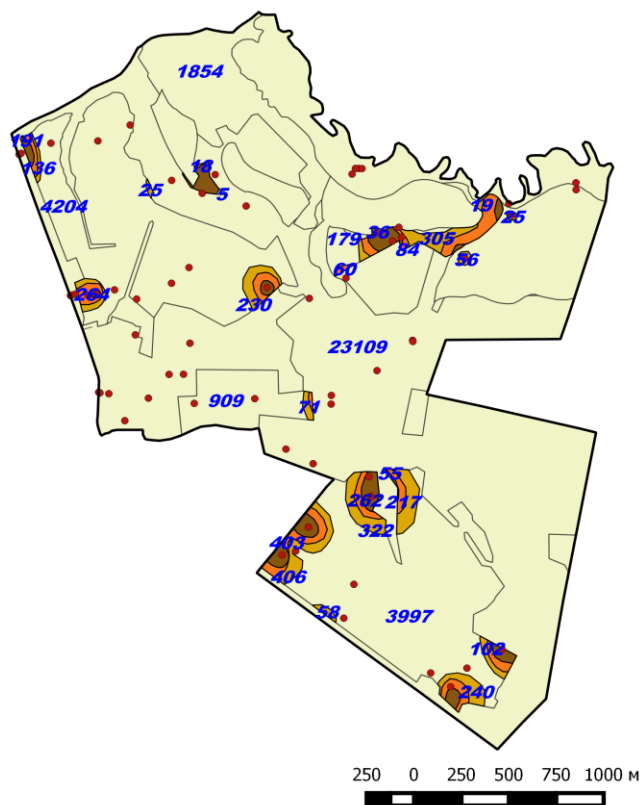
Рис. 17. Ущерб в результате деградации по уменьшению содержания K_2O



Степень деградации	Площадь, м ²	Ущерб, тыс. руб
1	4230607	23 682,94р.
2	556111	7 531,74р.
3	945111	24 064,42р.
4	782651	29 255,81р.
5	2626	119,03р.
Total	6517106	84 653,93р.

Легенда	
•	Точки пробоотбора
□	Граница УОПЭЦ "Чашниково"
■	Гумус 1 степень деградации
■	Гумус 2 степень деградации
■	Гумус 3 степень деградации
■	Гумус 4 степень деградации
■	Гумус 5 степень деградации

Рис. 18. Ущерб в результате деградации по уменьшению содержания гумуса



Степень деградации	Площадь, м ²	Ущерб, тыс. руб
1	6119447	34 256,66р.
2	178572	2 418,51р.
3	124978	3 182,19р.
4	94108	3 517,79р.
Total	6517105	43 375,16р.

Легенда	
•	Точки пробоотбора
□	Граница УОПЭЦ "Чашниково"
■	P2O5 1 степень деградации
■	P2O5 2 степень деградации
■	P2O5 3 степень деградации
■	P2O5 4 степень деградации
■	P2O5 5 степень деградации

Рис. 19. Ущерб в результате деградации по уменьшению содержания P₂O₅

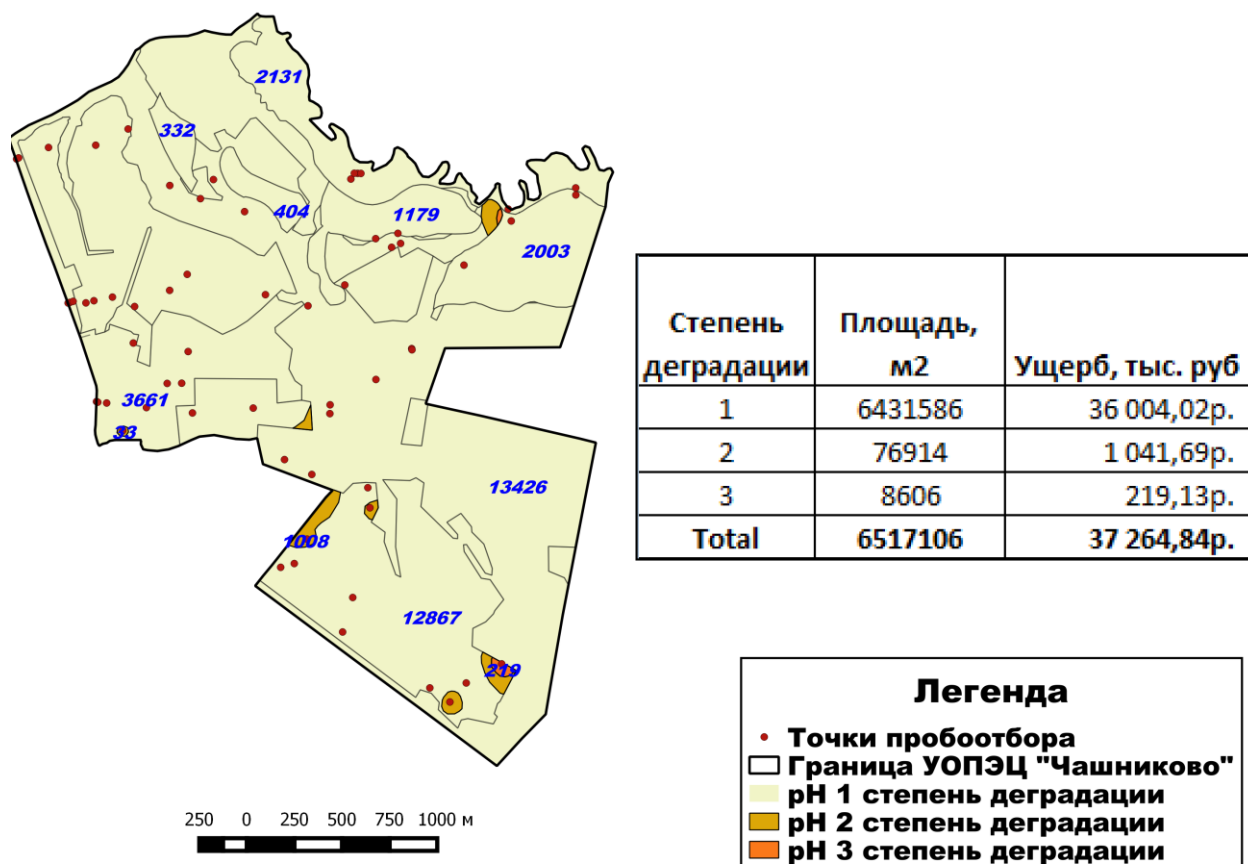
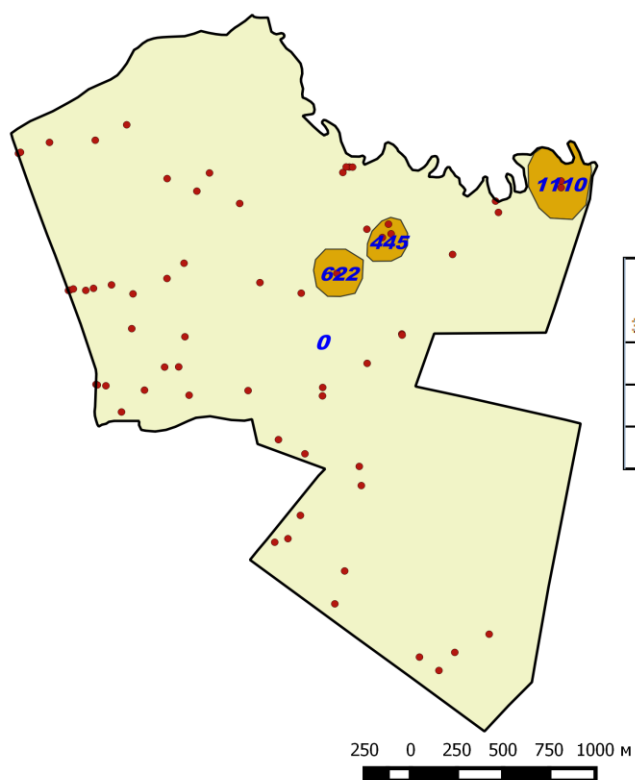


Рис. 20. Ущерб в результате деградации по изменению кислотности

Анализ рисунков 17-20 показывает, что максимальный удельный ущерб от деградации составляет 257 тыс.руб/га в результате уменьшения содержания K_2O (рис. 17), минимальный удельный ущерб, равный 57 тыс.руб/га соответствует ущербу вследствие изменения кислотности (рис. 20) исследуемых почв.

Стоит обратить внимание, что даже при отсутствии деградации (1 степень деградации) ущерб по данной методике будет отличен от нуля, поскольку в формулу расчета входит слагаемое, не зависящее от степени деградации. Невысокое содержание K_2O может быть связано с промывным водным режимом дерново-подзолистых почв и неиспользованием минеральных удобрений на исследуемом участке.

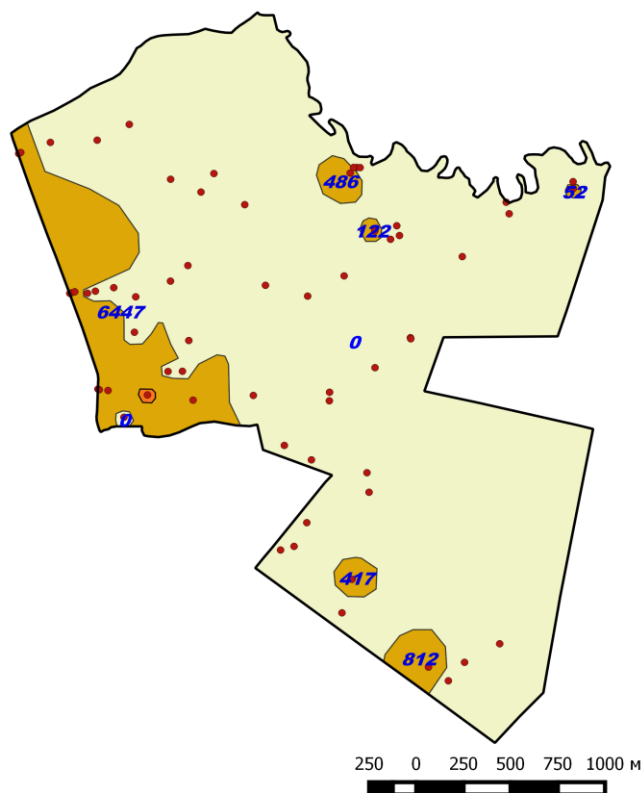
Величина ущерба от загрязнения почв и земель значительно отличается от величины ущерба от деградации почвенных свойств. Результаты расчета ущерба по методике «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Минприроды России, 1993) представлены на рис. 21-24.



Уровень загрязнения	Площадь, м2	Ущерб, тыс. руб
1	6314080	- р.
2	203026	2 177,77р.
Total	6517106	2 177,77р.

Легенда	
•	Точки пробоотбора
□	Граница УОПЭЦ "Чашниково"
■	Cd 1 уровень загрязнения
■	Cd 2 уровень загрязнения

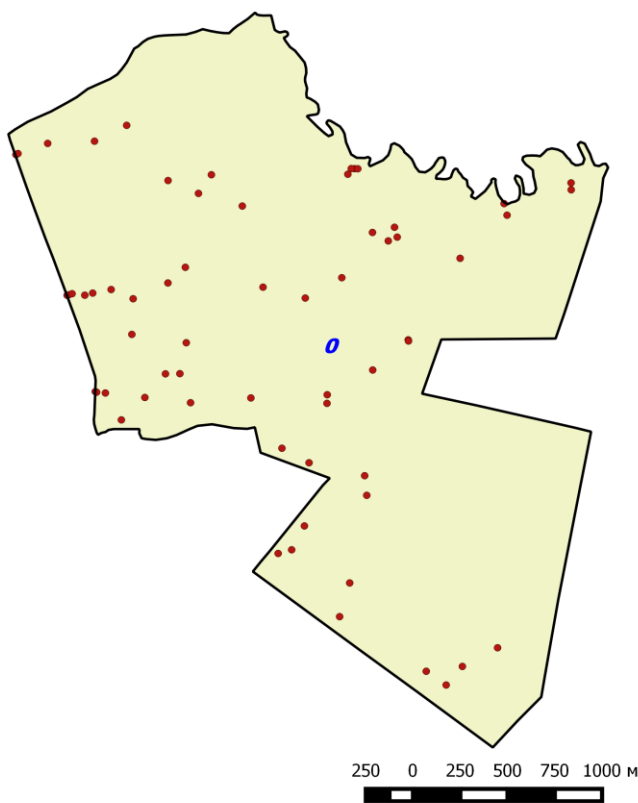
Рис. 21. Ущерб в результате загрязнения почв ТМ (Cd)



Уровень загрязнения	Площадь, м2	Ущерб, тыс. руб
1	5734377	- р.
2	777079	8 335,38р.
3	5649	121,19р.
Total	6517105	8 456,57р.

Легенда	
•	Точки пробоотбора
□	Граница УОПЭЦ "Чашниково"
■	Zn 1 уровень загрязнения
■	Zn 2 уровень загрязнения
■	Zn 3 уровень загрязнения

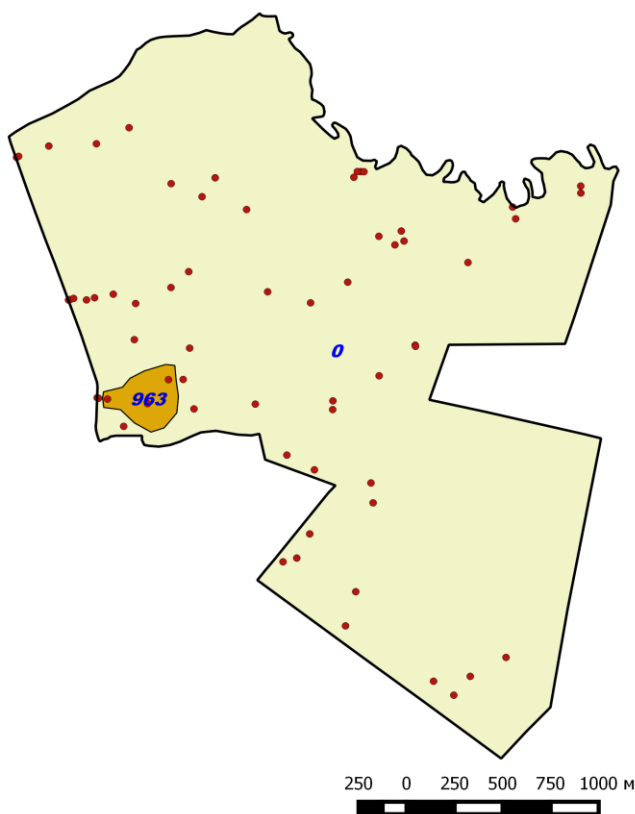
Рис. 22. Ущерб в результате загрязнения почв ТМ (Zn)



Уровень загрязнения	Площадь, м2	Ущерб, тыс. руб
1	6517106	0
Total	6517106	0

Легенда		
•	Точки пробоотбора	
□	Граница УОПЭЦ "Чашниково"	
■	Cd 1 уровень загрязнения	

Рис. 23. Ущерб в результате загрязнения почв ТМ (Cd)



Уровень загрязнения	Площадь, м2	Ущерб, тыс. руб
1	6427311	- р.
2	89795	963,19р.
Total	6517106	963,19р.

Легенда		
•	Точки пробоотбора	
□	Граница УОПЭЦ "Чашниково"	
■	Pb 1 уровень загрязнения	
■	Pb 2 уровень загрязнения	

Рис. 24. Ущерб в результате загрязнения почв ТМ (Pb)

Анализ рисунков 21-24 показывает, что максимальный удельный ущерб от загрязнения составляет 13 тыс.руб/га вследствие загрязнения исследуемых почв цинком, минимальный нулевой удельный ущерб соответствует ущербу в результате загрязнения почв медью. Спектр источников поступления цинка в окружающую среду достаточно широк. На рисунке 22 видно, что загрязнение почв цинком приурочено, главным образом, к автомобильной трассе, связывающей Москву и Санкт-Петербург. Таким образом, высокое содержание цинка может быть связано с интенсивным автомобильным движением, а также с поступлением цинка в почву с минеральными и органическими удобрениями.

Анализ сведений, представленных на рисунках 17-24, позволяет сделать следующие заключения:

1) Система определения деградации почв несовершенна. При расчете ущерба по методикам «Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Минприроды России, 1993) и «Методикой определения размеров ущерба от деградации почв и земель» (Минприроды России, Роскомзем, 1994) для некоторых участков результаты величины ущерба от деградации выше, чем от загрязнения. Это не совсем корректно, так как загрязнение почв имеет более высокие значения класса опасности, чем деградация.

2) При расчете ущерба по методикам используется коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории, который зависит от экономических районов Российской Федерации и всегда больше 1. Поэтому при умножении нормативной стоимости на данный коэффициент ущерб получается больше удельной стоимости земли.

4.2. Применение "Методики исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (от 8 июля 2010 года № 238)

В данной главе будет рассчитан вред по "Методике исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (от 8 июля 2010 года № 238) от загрязнения почв химическими веществами по формуле (8), описанной в Главе 1.

Результаты расчета представлены на рисунке 25.

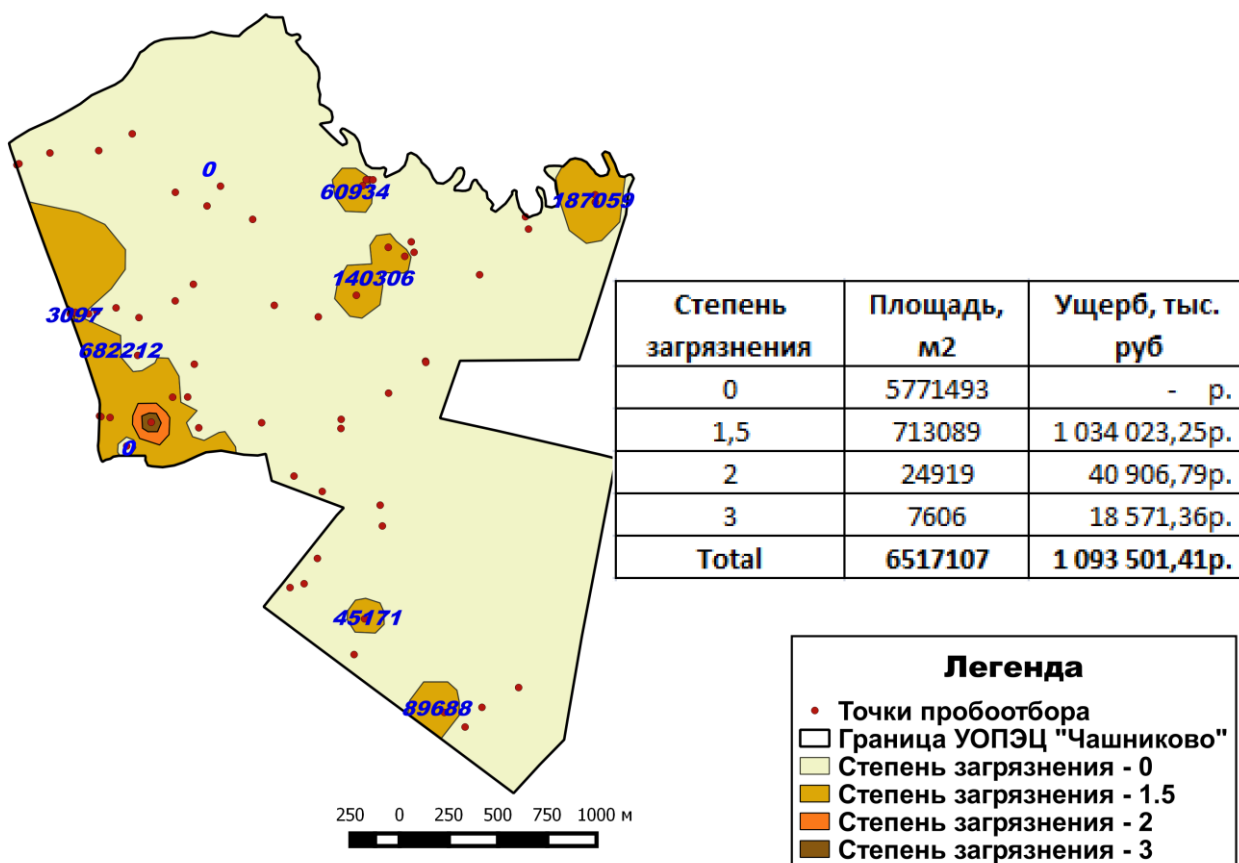


Рис. 25. Ущерб в результате загрязнения почв ТМ (методика, 2010)

Величина удельного ущерба, полученная при расчете вреда по Федеральной методике «Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды», которая была утверждена Приказом Минприроды России от 8 июля 2010 г. N 238, равняется 1682 тыс.руб/м². Можно утверждать, что данный вред, причиненный почвам в результате загрязнения территории существенно больше, по сравнению с вышеперечисленными методиками. Это связано, прежде всего, с выбором исходных такс для исчисления размера ущерба, который в данной методике максимальны. В процессе анализа и работы с методикой были выявлены следующие недостатки:

1) Неограниченность методикой элементов и факторов загрязнения позволяет при расчете показателя СХВ варьировать его значения в четыре раза (от 1,5 до 6), за счет того, что показатель С, определяющий СХВ, является суммой, без нормирования на число загрязнителей или прочих коэффициент.

2) Даже при отсутствии загрязнения, расчёт по методике даст не нулевой результат, что происходит за счет включения в расчет точек на которых не выявлено превышение нормативной концентрации ни по одному загрязнителю, и учетом в расчете показателя С, загрязнителей не превышающих нормативную концентрацию.

В данном случае, удельный ущерб рассчитанный с учетом всех точек (согласно методике) в 3,27 раза больше чем удельный ущерб, рассчитанный только с учетом загрязненных точек (согласно законопроекту).

3) Отсутствие индексации такс ущерба на макроэкономические параметры приводит к постепенному снижению удельной оценки ущерба. Влияние инфляции с июня 2010 года по май 2015 снизило фактическую стоимость ущерба на 50,78%. (О текущей ситуации..., 2015)

4) В методике допускаются неоднозначные формулировки в отношении площади используемой для оценки ущерба. Из текста методики не очевидно, должна ли быть измерена площадь каждого полигона с определённой степенью химического воздействия или необходимо взять среднюю степень химического воздействия для всего полигона, что в данном случае приводит к колебанию оценок ущерба на 3-4%.

Таким образом, в ходе анализа и работы с методикой был выявлен ряд недостатков, которые необходимо учитывать при ее использовании.

4.3. Стоимость работ по восстановлению загрязненных и деградированных территорий

Ранее было отмечено, что в статьях 77-78 Федерального Закона «Об охране окружающей среды» приведены два подхода к оценке размера вреда:

- по утвержденным таксам и методикам;
- по фактическим затратам на ликвидацию последствий, включая упущенную выгоду.

Размер вреда, рассчитанный по утвержденным методикам, представлен ранее. В данной главе будет рассчитан вред, нанесенный окружающей среде по фактическим затратам на восстановление, то есть, стоимость рекультивационных работ на участках. Результаты, полученные при расчете стоимости работ по восстановлению почв и земель, будут служить критерием достоверности применения той или иной методики по определению размера ущерба.

Рекультивационные работы проводятся в два этапа: технический и биологический, в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.01-83.

Технический этап рекультивации включает подготовку земель для последующего целевого использования. Исследуемые почвы должны выполнять свои экологические

функции, в соответствии с их функциональной принадлежностью (подробнее о дифференциации экологических функций почв было описано в Главе 1).

После проведения технического этапа рекультивации предусматривается проведение биологического этапа рекультивации, включающего комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы, осуществляемых после технической рекультивации. Биологический этап включает в себя: внесение извести, минеральных удобрений, торфа, биопрепаратов, посев семян трав, посадку саженцев, уход за посевами и др.

После проведения технического и биологического этапов рекультивации территория должна представлять собой вид, который она имела до начала деградации, т.е. требуется доведение почвенных характеристик до эталонных значений показателей состояния почв.

Для оценки стоимости работ по восстановлению (рекультивации) земель был составлен перечень мероприятий, который включал 3 раздела: 1) рекультивация загрязненных земель, 2) восстановление выведенных из хозяйственного оборота (заброшенных) земель, 3) доведение земель до эталонного состояния (табл.18). В процессе расчетов использовался сметный программный комплекс Smeta WIZARD. Итоговая стоимость работ по рекультивации земель составила около 65 млн – табл. 19.

Табл. 18. Расчет ущерба на основании рекультивационной сметы

Наименование мероприятия	Стоимость, руб
Рекультивация загрязнения	
Рыхление и разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами одноковшовыми электрическими карьерными с ковшом вместимостью (6,3-10) м ³ , группа грунтов: 3 м	2 479 414,89
Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т, работающих вне карьера на расстояние 22 км, класс груза 2.	6 665 721,22
Размещение почвы на полигоне	778 200,50
Песок	354 769,20
Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т, работающих вне карьера на расстояние 22 км, класс груза 1.	1 530 412,80

Наименование мероприятия	Стоимость, руб
Подготовка почвы для устройства партерного и обыкновенного газона с внесением растительной земли слоем 15 см механизированным способом	5 147 850,07
Посев газонов луговых тракторной сеялкой	95 392,15
Уход за газонами луговыми	7 004,28
Восстановление выведенной из оборота земли	
Расчистка площадей от кустарника и мелкоколесье машинами глубинной подготовки полей на тракторе 79 (108) кВт (л.с.)	6 815 633,91
Валка деревьев твердых пород и лиственницы с корня, диаметр стволов до 32 см	30 455,08
Корчевка деревьев в грунтах естественного залегания корчевателями-собираателями с трактором 79 (108) кВт (л.с.) с трелевкой до 100 м, диаметр деревьев до 32 см	86 891,42
Засыпка ям подкоренных бульдозерами мощностью 79 (108) кВт (л.с.)	16 822,15
Подбор древесных остатков подборщиками с трактором 59 (80) кВт (л.с.) в грунтах естественного залегания	373 485,25
Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т, работающих вне карьера на расстояние 22 км, класс груза 1.	102 027,52
Планировка участка механизированным способом	302 347,31
Вспашка старопахотных земель с одновременным боронованием на глубину до 30 см на почвах средних	214 419,08
Посев многолетних трав	25 814 842,20
Доведение до эталонного состояния	
Соль калийная смешанная 40%-ная насыпью	2 801 968,25
Мука фосфоритная насыпью, марка А, Массовая доля фосфатов в пересчете на P ₂ O ₅ . 20±1 %	258 504,77
Сорбент "Балтэк-Агро"	5 974 848,00
Внесение удобрений с механизированной загрузкой с разбрасыванием удобрений минеральных	795 622,19
Удобрение навоз КРС (влажность 50%, коэффициент гумификации 15%)	1 202,45

Наименование мероприятия	Стоимость, руб
Перевозка грузов автомобилями-самосвалами грузоподъемностью 10 т, работающих вне карьера на расстояние 22 км, класс груза 2.	3 049 004,72
Известь строительная негашеная комовая, сорт 1	405 755,64
Известкование с заделкой извести в почву	469 889,74
Внесение удобрений с механизированной загрузкой с разбрасыванием удобрений органических	95 042,05

Табл. 19. Итоговая стоимость работ рекультивации земель

Рекультивация загрязнения	17 058 765,10 р
Восстановление выведенной земли из оборота	33 756 923,94 р
Доведение до эталонного состояния	13 936 120,73 р
ИТОГО	64 667 526,85 р

4.4. Определение экосистемных сервисов почв УО ПЭЦ МГУ и их экономическая интерпретация

В целом, перечень услуг и обеспечивающих их функций для почв УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова (рис. 26) несколько уменьшен по сравнению с рассмотренным выше (рис. 1), так как исследуются почвы на землях сельскохозяйственного назначения, и выделению подлежат только те услуги, которые подвержены риску деградации, обусловленной здесь эрозией почв и их загрязнением тяжелыми металлами (ТМ) 1-го и 2-го классов опасности.

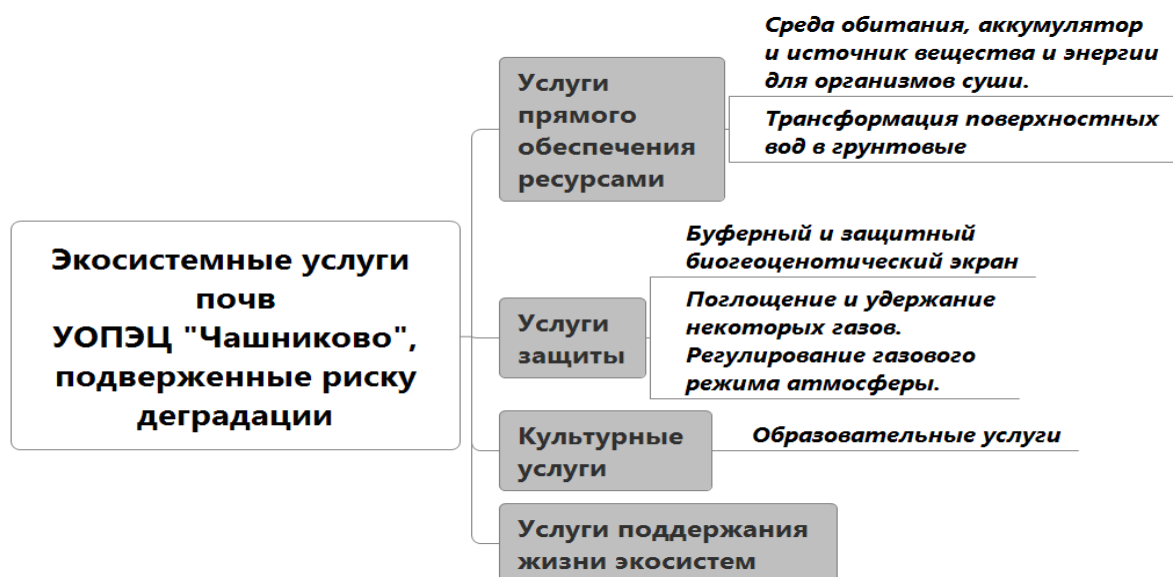


Рис. 26. Перечень экосистемных услуг почв УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова

Услуги прямого обеспечения ресурсами проявляются через функции почв «Среда обитания, аккумулятор и источник вещества и энергии для организмов суши», «Трансформация поверхностных вод в грунтовые». Первая из указанных функций в качестве услуги проявляется для сельскохозяйственных земель двойственно:

- через почвенное плодородие;
- через сумму почвенных характеристик, влияющих на плодородие.

Базовыми показателями для анализа этой услуги являются фактические урожайности сельскохозяйственных культур в реальном севообороте, а экономическими интерпретаторами — затраты на выращивание этих культур (по категориям) и выгоды от их реализации. Деградация земель здесь может проявиться через потерю урожайности за

определенный промежуток времени, что экономически легко интерпретировать. При оценке услуг прямого обеспечения ресурсами для УО ПЭЦ возник ряд моментов, нуждающихся в дополнительном освещении. Так, хозяйствование (выращивание сельскохозяйственных культур, мясомолочное животноводство и т.п.) на оцениваемых землях практически не ведется. То есть фактические сведения об урожайностях сельскохозяйственных культур отсутствуют. Это говорит нам о том, что недополученный урожай является самостоятельным параметром деградации данной территории, связанной с неэффективным менеджментом. Для оценки этого параметра были использованы потенциальные урожайности в оптимальном севообороте и затраты на выращивание с\х культур, которые сложились в Подмосковье в настоящее время (табл. 20). Нами был выбран вариант севооборота, который действовал на территории УОПЭЦ МГУ в советский период, так как именно этот севооборот оказался в наибольшей степени соответствующим ведущему оценочному принципу «оптимального и наиболее эффективного использования земли».

Яровые зерновые + травы

Клевер 1 года (занятый пар)

Озимая пшеница

Картофель

Кукуруза на корм

Табл. 20. Затраты на выращивание культур севооборота УО ПЭЦ МГУ

Культура	Урожайность, ц/га	Стоимость реализации, р/ц	Затраты, руб/га
Яровые зерновые + травы	0	0	11805,2
Клевер 1 года (занятый пар)	33,7	600	11805,2
Озимая пшеница	25	959	16998,5
Картофель	165,6	1 898	130080,2
Кукуруза на корм	204,04	714	22311,2
		100 825	62224,8
С учетом ставки дисконта 13,9% ²			447660,0

Услуги защиты обеспечиваются посредством выполнения таких функций почв, как «Защитный барьер биогеоценоза» (рис. 26).

На территории УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова было отмечено загрязнение тяжелыми металлами, что позволило зафиксировать услугу защиты человека почвой от

² Данная ставка была вычислена с использованием метода кумулятивного построения.

последствий данного типа загрязнения. Здесь целесообразно исходить из того, что избыточная загрязненность тяжелыми металлами ведет к увеличению риска заболеваемости населения. Почва же, инактивируя загрязнители, позволяет снизить этот риск. Буферная емкость почв по отношению к тяжелым металлам является важным показателем, характеризующим устойчивость. При оценке буферности почв использовалась методика В.Б. Ильина (Ильин, 1995, 1997). Согласно данной методике, первоначально необходимо определить общий балл буферности почв. Для этого оценивается вклад в общий показатель отдельных свойств почв - содержания гумуса, физической глины, полуторных оксидов, рН (Приложение 2, 3, 4). Далее необходимо оценить степень буферности согласно полученной сумме баллов (Ильин, 1995). Каждой данной степени буферности, согласно методике, соответствует диапазон гигиенически приемлемых уровней накопления ТМ, то есть тех уровней потенциального загрязнения, при которых получаемая продукция остается нормативно чистой (т) (Цветнов, 2007; Махмудова, 2012). Определение максимально приемлемого уровня накопления отдельных ТМ в почве ($C_{sb}(i)$) является завершающей стадией оценки буферности (формула 17).

$$C_{sb} = C_b * m \quad (17)$$

где m — число фоновых содержаний.

Деградация этой почвенной услуги была оценена по «остатку» буферных способностей почвы в сравнении с фактическим содержанием ТМ.

Согласно методике В.Б. Ильина, расчет можно представить в виде таблицы 21. Таким образом, средневзвешенное значение показателя $K_{буф}$, согласно данным таблицы 21, составляет 5 баллов (низкая категория буферности).

На основе сведений о концентрации тяжелых металлов был рассчитан суммарный показатель химического загрязнения (Z_c) по формуле 18, который составляет 0,322.

$$Z_c = \sum C_i / C_{фон} - (n-1) \quad (18)$$

Z_c - суммарный показатель химического загрязнения;

C_i - концентрация i -того элемента в пробе;

$C_{фон}$ - фоновая концентрация загрязнителя.

Далее, поделив на Кбуф, который представляет собой как раз число фоновых концентраций ТМ, которое способно быть инактивировано почвой, мы получим долю, которую фактически занимает в нашей потенциальной буферной способности, таким образом мы получили деградацию искомой услуги - 0,07%. Перевод данной услуги в денежный эквивалент осуществлялся путем умножения деградации искомой услуги на приведенную к настоящему времени стоимость всей суммы будущих урожаев (табл. 23).

Культурные услуги почв УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова связаны с образовательной и научной деятельностью на этой территории. Образовательные услуги обусловлены тем, что студенты и аспиранты факультета МГУ здесь проходят летнюю практику по почвоведению, картографии почв и иным дисциплинам, сопряженным с необходимостью полевого изучения недеградированных (эталонных) почв.

Деградация почв может послужить основанием для того, чтобы организовать серию выездов студентов вне базы для ознакомления с недеградированными почвами (стоимость организации таких выездов является адекватным экономическим интерпретатором искомой образовательной услуги) (табл. 22).

Табл. 22. Экономический интерпретатор образовательной услуги УО ПЭЦ МГУ

Общее количество студентов — человек	120
Срок проведения практики — дней	42
Затраты на транспорт - рублей на человека в день	567
Питание — рублей на человека в день	200
Обеспечение преподавательского состава — рублей в день на человека	100
Прочие расходы, включая медицинское обслуживание — рублей на человека в день	60
Проживание в палатках — рублей в день на человека	0
Практику можно примерно на четверть перенести в Москву (камеральные работы) (уменьшающий коэффициент)	0,75
Затраты на транспорт в Чашниково - рублей в день	12000
Итого, рублей в год	1639260

Табл. 21. Расчет потенциальной буферной способности почв по отношению к тяжелым металлам, в баллах

Наименование почвы	№ участка	pH, баллов	Гумус, баллов	R ₂ O ₃ , баллов	Физ. Глина, баллов	Суммарный балл	Категория буферности	Кбуф
Аллювиально-луговые супесчаные	1	7,5	5,0	5,5	10	28,0	Средняя	10
Аллювиально-лугово-дерновые среднесуглинистые	2	7,5	8,0	5,5	10	31,0	Повышенная	10
Аллювиально-луговые легкосуглинистые	3	7,5	8,0	5,5	10	31,0	Повышенная	10
Аллювиальные болотные торфяно-глеевые легкосуглинистые	4	7,5	5,0	5,5	10	28,0	Средняя	10
Болотные перегнойно-глеевые легкосуглинистые	5	7,5	9,0	7,0	10	33,5	Повышенная	11
Болотные перегнойно-глеевые легкосуглинистые	6	7,5	9,0	7,0	10	33,5	Повышенная	11
Болотные торфяно-глеевые	7	7,5	9,0	7,0	10	33,5	Повышенная	11
Болотные перегнойные торфяно-глеевые	8	2,5	9,0	7,0	10	28,5	Средняя	10
Болотные торфяно-глеевые среднесуглинистые	9	12,5	9,0	7,0	10	38,5	Повышенная	13
Дерново-сильноподзолистые	10	7,5	5,0	2,5	10	25,0	Средняя	8
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	11	7,5	5,0	2,5	10	25,0	Средняя	8
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	12	10,0	5,0	2,5	10	27,5	Средняя	9
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	13	7,5	2,0	2,5	10	22,0	Средняя	7

Наименование почвы	№ участка	pH, баллов	Гумус, баллов	R ₂ O ₃ , баллов	Физ. Глина, баллов	Суммарный балл	Категория буферности	Кбуф
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	15	7,5	2,0	2,5	10	22,0	Средняя	7
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	16	7,5	3,5	2,5	10	23,5	Средняя	8
Дерново-сильноподзолистые оглеенные легкосуглинистые	17	7,5	2,0	2,5	10	22,0	Средняя	7
Дерново-глеевые супесчаные	18	7,5	5,0	2,5	10	25,0	Средняя	8
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	19	2,5	3,5	2,5	10	18,5	Низкая	7
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	20	7,5	2,0	2,5	10	22,0	Средняя	7
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	21	7,5	3,5	2,5	10	23,5	Средняя	8
Дерново-среднеподзолистые глеевые среднесуглинистые	22	7,5	5,0	2,5	10	25,0	Средняя	8
Дерново-среднеподзолистые среднесуглинистые	23	12,5	5,0	2,5	10	30,0	Средняя	10
Дерново-среднеподзолистые глеевые среднесуглинистые	24	12,5	5,0	2,5	10	30,0	Средняя	10
Дерново-среднеподзолистые глеевые легкосуглинистые	25	12,5	5,0	2,5	10	30,0	Средняя	10
Дерново-среднеподзолистые оглеенные легкосуглинистые	26	12,5	5,0	2,5	10	30,0	Средняя	10
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	27	7,5	5,0	2,5	10	25,0	Средняя	8
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	28	7,5	3,5	2,5	10	23,5	Средняя	8
Дерново-среднеподзолистые легкосуглинистые	29	7,5	5,0	2,5	10	25,0	Средняя	8

Наименование почвы	№ участка	рН, баллов	Гумус, баллов	R₂O₃, баллов	Физ. Глина, баллов	Суммарный балл	Категория буферности	Кбуф
Перегнойно-подзолистые глеевые легкосуглинистые	31	7,5	9,0	7,0	10	33,5	Повышенная	11
Торфяники маломощные	32	7,50	9,00	7,0	10	33,5	Повышенная	11
Торфяники среднемощные	33	7,50	9,00	7,0	10	33,5	Повышенная	11
Торфяники маломощные	34	10,00	9,00	7,0	10	36,0	Повышенная	12

Таким образом, в соответствии с формулой (15) и схемой оценки деградации земель, представленной на рис. 9, был проведен расчет ущерба от деградации земель центра МГУ – табл. 23, рис. 27.

Табл. 23. Обобщенная оценка деградации экосистемных услуг

Ущерб/вред от деградации земель:	Оценка, тыс.руб/га
Потери экосистемных услуг почв	
- услуга прямого обеспечения ресурсами (урожаем)	447,660
- образовательные услуги (обучение студентов)	11,317
- услуги защиты (буферность почв по отношению к тяжелым металлам)	143,891
Стоимость работ по восстановлению (рекультивации) земель	99,500
Снижение рыночной стоимости земель	0
ИТОГ	702,368

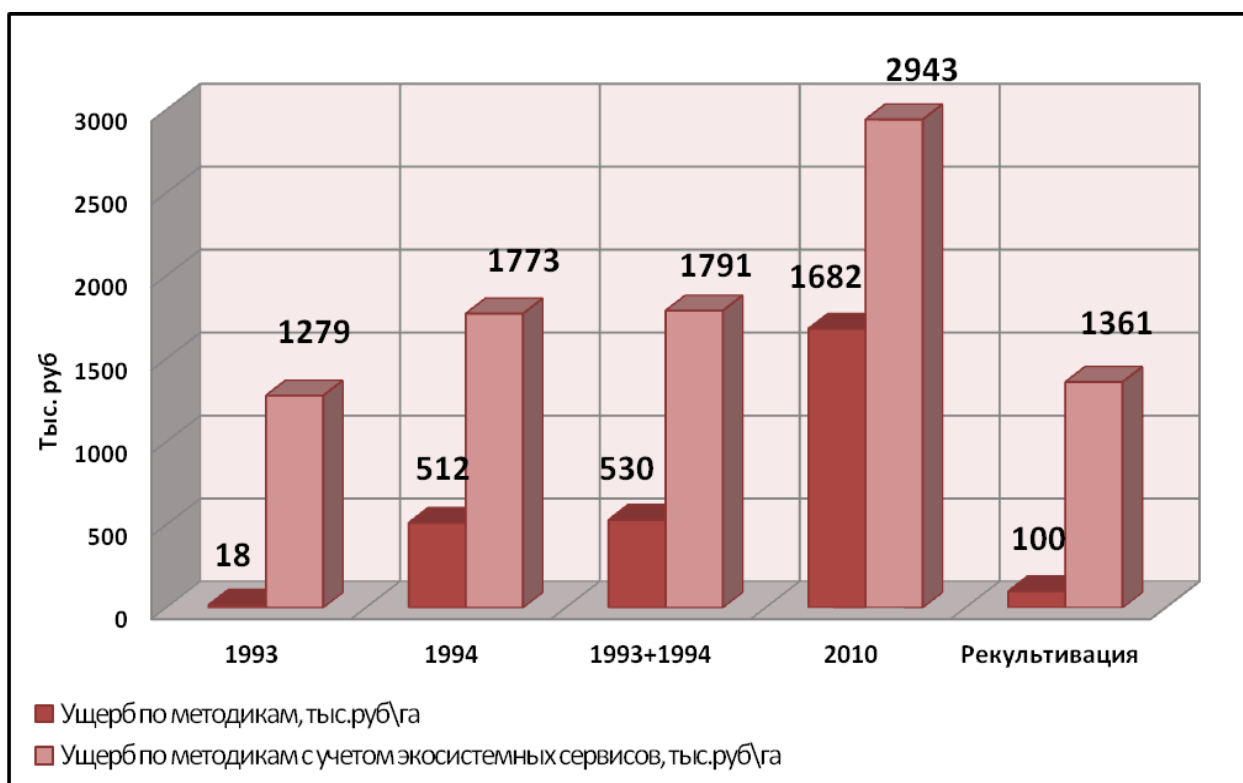


Рис. 27. Обобщенная оценка деградации земель

Из рисунка 27 видно, что суммарная величина ущерба/вреда от деградации и загрязнения почв и земель УО ПЭЦ МГУ, рассчитанная по основным российским методикам, представляет собой завышенную величину (530 тыс.руб/га и 1682 тыс.руб/га), которая не согласуется с реальными сметными величинами ущерба (100 тыс.руб/га). Это связано с тем, что за основу расчетов ущерба по утвержденным методикам берутся завышенные фиксированные таксы, которые нуждаются в корректировке.

Таким образом, показана важность учета экосистемных сервисов почв при экономической оценке деградации земель. При расчете ущерба от деградации земельных участков необходимо учитывать стоимость рекультивационных работ (их определение предпочтительно вести на основе специализированных программных комплексов) и потери экосистемных услуг почв (включая убытки от неполучения/недополучения урожая).

Глава 5. Оценка действия и бездействия против деградации земель УО ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова

В нашем случае горизонт планирования составлял 20 лет. Была оценена стоимость действия по изменению всех видов землепользования (из «дорогой», т.е. недеградированной в «дешевую», т.е. деградированную и наоборот).

Было рассчитано 5 различных сценариев, чтобы показать многообразие методов оценки экосистемных услуг и затем посмотреть, как различные виды оценок влияют на конечную оценку действия и бездействия в модели фон Брауна:

- 1) без учета экосистемных услуг.
- 2) с учетом экосистемных услуг, оцененных в соответствии с авторскими разработками. Была осуществлена базовая оценка экосистемных услуг - поглощение углерода, сохранение почвы и полезных веществ в ней, регуляция водного режима, производство продуктов питания, сделанная на основании обзора литературы (табл. 24).

Табл. 24. Учет экосистемных услуг, оцененных в соответствии с авторскими разработками

Виды экосистемных услуг	Плодово-ягодные насаждения	Посевы однолетних культур	Орошаемые земли	Пастбища
Поглощение углерода	1	0	1	1
Сохранение почвы и полезных веществ в ней	1	0	1	1
Регуляция водного режима	1	0	1	0
Опыление	1	1	1	1
Производство продуктов питания	1	1	1	1
Отдых (рекреационные услуги)	1	0	0	0
Итого	6	2	5	4

Примечание к таблице 24: Оценки качественные: 1 – данный вид землепользования потенциально способен развивать экосистемные услуги. 0 - потенциально может привести к ухудшению экосистемных услуг.

3) с учетом экосистемных услуг в соответствии с экспертными оценками специалистов КНР. Оценка экосистемных услуг (регулирование газов в атмосфере, регулирование климата, подача воды, формирование почв, и прочие) производилась по работе из Китая на основании опроса 200 китайских ученых. Предполагается, что многолетние насаждения Китая, потенциально обладают теми же экосистемными услугами, что и многолетние насаждения России. В этой работе метод трансфера стоимости сочетается с методом опроса. Тианхонг использует данные опроса Xie et al (2003), для определения важности и сопоставимости экосистемных услуг. Xie et al (2003) опросили 200 китайских ученых и в анкетах просили ставить балльные оценки для таких экосистемных услуг, как регулирование газов в атмосфере, регулирование климата, влагоемкость, формирование почв, борьба с отходами, защита биоразнообразие, производство продуктов питания, производство сырья, рекреационные и культурные услуги. Затем по каждому виду экосистемных услуги и для различных видов земель рассчитывался средний показатель. В таблице ниже представлена выдержка из этого исследования.

Tianhong et al. (2008) использует результаты этого опроса и переводит балльную оценку экосистемных услуг в монетарную – т.е. в денежный эквивалент. Для необходимо найти рыночную стоимость хотя бы одной экосистемной услуги, в данном случае проще всего продовольственной, потому что любой продовольственный продукт торгуется на

рынке и имеет свою рыночную цену. За эквивалент Тианхонг берет стоимость пшеницы в Шеньжене в 2004 г., умножает ее на количество валовых сборов в данном регионе и делит на размер сельхозугодий. В формализованном виде это можно представить следующим образом (формула 19):

$$ESm = (P * Q) / S \quad (19)$$

ESm – стоимость продаваемой на рынке экосистемной услуги,

P – цена за единицу продаваемой продукции

Q – количество продаваемой продукции

S – площадь территории, на которой данный вид продукции или экосистемной услуги производится.

С помощью этой формулы Тианхонг оценивает стоимость одной экосистемной услуги, находит ее рыночный (денежный) эквивалент. Далее данный денежный эквивалент перемножается на коэффициенты таблицы 1, и получается монетарная (денежная) оценка экосистемных услуг по различным видам земель или биомов.

4) с учетом 1-й экосистемной услуги (поглощение углерода в соответствии с программой ЕХ-АСТ). Здесь оценки поглощения основаны на расчетах Букваревой Е.Н. "Глобальное значение функций..." (2014).

Табл. 25. Способность поглощения углерода различными видами землепользования

Способность поглощать углерод	т/га в год
Лес	0,8
Пастбища	0,7
Многолетние насаждения	0,6
Пашня	0,2
Орошаемые земли	0,3

За стоимость поглощенного углерода бралась средняя цена торфа в России за 2000-2010 г – 1042 руб. за тонну.

5) с учетом экосистемных услуг в соответствии с авторскими экспертными оценками (репрезентативность невелика – всего 20 участников опроса). Опрос был

анкетным и проводился 20 апреля 2015 г. на конференции в МГУ. Каждому анкетированному раздавалась анкета табличного типа, где в столбиках указывались виды землепользования, а в строках наименование экосистемных услуг. В условиях анкеты было написано, что анкетированному предлагается поставить балл от 0 до 10 для каждого вида экосистемных услуг по каждому виду землепользования. В зависимости от того, что он считает более важным. 0 – наименее важным, 10 – наиболее важным. Таким образом одна экосистемная услуга для заданного вида землепользования могла максимум набрать 200 баллов ($20 * 10 = 200$), а значит максимальное количество баллов по 1 виду землепользования с учетом 17 видов экосистемных услуг могло быть 3400. Соответственно наименьшее количество баллов могло быть 0.

После того, как анкеты были сданы, то по каждой экосистемной услуге у каждого вида землепользования показатели суммировались. Затем суммировались показатели по столбику с видом землепользования. Результаты этого видны в строке ИТОГО. Опрашиваемые оценили поймы и лесополосы, как наиболее важные биомы аграрного ландшафта нашей страны. Наименьший балл получили "нарушенные земли". После этого баллы по каждому виду земель делились на наименьший (т.е. на нарушенные земли) и мы получали коэффициенты, которые потом могут быть использованы для умножения на адекватный денежный эквивалент. Результаты представлены в Приложении 5.

Главным показателем экономической эффективности того или иного сценария явилось соотношение цены «бездействия» и цены «действия» по отношению восстановления деградированных земель: если оно больше 1, то восстановление имеет смысл и наоборот. Анализ сведений, показывает, что для большинства сценариев «бездействие» оказывается более эффективным, чем «действие», т.е. восстановление земель не целесообразно (табл. 26). Однако, стоит более подробно остановиться на полученных результатах. 1-й сценарий учитывает только хозяйственную ценность оцениваемой территории и не учитывает прочие экосистемные услуги. Остальные четыре сценария учитывают широкий спектр экосистемных услуг, при этом сценарий 2 учитывает только лишь способность к поглощению углерода, а сценарий 5 основан на опросе малой группы экспертов. Таким образом, наиболее представительными являются сценарии 3 и 4, в которых отношение действия к бездействию дало положительное соотношение.

Табл. 26 . Оценка эффективности действия и бездействия против деградации земель УО
ПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова в соответствии с 5-ю различными сценариями

Переменные	Сценарий 1 Только обеспечивающие услуги	Сценарий 2 Обеспечивающие услуги + стоимость поглощения углерода	Сценарий 3 Авторские экспертные оценки локальных экосистемных услуг	Сценарий 4 Оценки экосистемных услуг, основанные на коэффициентах Tianhong et al., 2008 (China)	Сценарий 5 Оценка экосистемных услуг, основанная на опросе в России
Стоимость «действия» на период 20 лет, млрд. руб.	84,8	84,8	169,5	585,5	258,8
Стоимость бездействия на период 20 лет, млрд. руб.	1,2	1,2	254,2	646,9	153,7
Соотношение бездействия к действию	0,01	0,01	1,50	1,10	0,59

Таким образом, в целом можно заключить, что учет экосистемных услуг способен изменить решение в пользу рекультивации, тогда как, учет только способности земель обеспечивать продукцией показывает обратный результат, очевидно негативный для человека и окружающей среды.

Таким образом, экономическая оценка деградации земель должна включать оценку экосистемных сервисов почв. Величина ущерба от деградации земельных участков должна учитывать не только стоимость рекультивационных работ, но и потери экосистемных услуг почв. Методика «действия» \ «бездействия» Й. фон Брауна помогает принять решение в вопросе оценки целесообразности проведения работ по восстановлению в рамках полученных величин ущерба.

Заключение

В ходе работы была проведена эколого-экономическая оценка земель Учебно-опытного почвенно-экологического центра (УО ПЭЦ) МГУ имени М.В. Ломоносова с применением различных методологических подходов.

Основными параметрами деградации на территории УОПЭЦ МГУ имени М.В. Ломоносова явились – уменьшение содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия, уменьшение степени кислотности, площадь выведенных из землепользования угодий и загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами.

Определение общей величины ущерба от деградации почв и земель потребовало оценку невыполненных / невыполненных в результате деградационных процессов экосистемных услуг почв в денежном эквиваленте. Для изучаемой территории были рассмотрены услуги прямого обеспечения ресурсами, услуги защиты, услуги поддержания жизни экосистем, культурные услуги почв. Основное внимание в настоящих исследованиях было посвящено изучению экосистемных услуг почв, которое базировалось на учении о функциях почвы в окружающей среде.

В данной работе показано соотношение между экосистемными услугами и экологическими функциями почв: функция в определенном смысле «шире», чем услуга, связанная с ней. При определении экосистемной услуги проводился выбор только того проявления функции почв, которое может иметь экономическую интерпретацию.

Вследствие того, что оценка экосистемных сервисов является междисциплинарным направлением, для более эффективного развития данной сферы необходимо привлекать специалистов разных специальностей – почвоведов, экологов, экономистов, географов и т.д.

Выводы

1. Экономическая оценка деградации земель должна включать в себя несколько методологических подходов. Первый - учитывает стоимость рекультивационных работ и величину упущенной выгоды, второй - предполагает сопоставление различных сценариев прогнозируемого землепользования (подход «действие/бездействие» Й. фон Брауна), в том числе и части сценариев, учитывающих и не учитывающих восстановление деградированных земель.

2. Каждый из указанных подходов должен включать в себя использование монетизированных экосистемных сервисов почв. Корректная оценка экосистемных сервисов почв возможна только на основе изучения их экологических функций. Набор экосистемных сервисов в каждом конкретном оценочном случае должен определяться отдельно в соответствии с категорией земель.

3. Были выявлены и наиболее подробно описаны экосистемные сервисы почв и земель УО ПЭЦ МГУ: прямого обеспечения урожаем, буферность почв по отношению к тяжелым металлам, поглощение и удержание CO₂, образовательные услуги. Экономическая интерпретация потери указанных сервисов, в том числе, базировалась на оценке ухудшения показателей почвенного плодородия и разработке мероприятий по ликвидации этого ухудшения. Суммарная величина потери экосистемных сервисов почв УО ПЭЦ МГУ составила 602,87 тыс.руб/га (на август 2015 г.).

4. Деградация почв УО ПЭЦ МГУ была выявлена по следующим параметрам: увеличения кислотности, уменьшения содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия по сравнению с недеградированными аналогами (эталоны). Наибольшие значения степени деградации обнаружены для показателей уменьшения содержания обменного калия (3, 4 и 5 степени), наименьшие – для показателей увеличения кислотности (2 и 3 степени). Наибольшая загрязненность почв УО ПЭЦ МГУ тяжелыми металлами (2 и 3 уровни) характерны для участков, которые приближены к автодорогам и селитебной зоне.

5. Стоимость работ по рекультивации почв и земель УО ПЭЦ МГУ, выполненная в соответствии со сметным программным комплексом Smeta Wizard (версия 4.0) составила 99,5 тыс.руб/га (на август 2015 г.), что ниже величин ущерба/вреда от загрязнения и деградации этого же почвенного покрова, рассчитанных в соответствии с основными российскими методиками в 5-10 раз.

6. Итоговая величина ущерба от деградации почв и земель УО ПЭЦ МГУ (сумма стоимостей рекультивации и потерь экосистемных сервисов) составила 702,4 тыс.руб/га (на август 2015 г.). Применение методики Й. фон Брауна (в части сценариев, учитывающих экосистемные услуги) показало, что программа по восстановлению деградированных земель в соответствии с полученными величинами ущерба должна быть принята. Соотношение «действия» к «бездействию» составило 1.1 – 1.5.

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488с.
2. Бобылев С.Н. Подходы к оценке экосистемных услуг на уровне города и механизмы платежей // На пути к устойчивому развитию России. 2014. № 70. С. 3-12.
3. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Перспективы «зеленой» экономики в России // Государственный надзор. 2013. № 3. С. 20-21
4. Бобылев С.Н., Захаров В.М. Экосистемные услуги и экономика. М.: ООО "Типография ЛЕВКО", Институт устойчивого развития/Центр экологической политики России, 2009. 72 с.
5. Букварева Е.Н. Глобальное значение функций российских экосистем и проблема разных масштабов экосистемных услуг // ТЕЕВ процессы и экосистемные оценки в Германии, России и в некоторых других странах Северной Евразии, 2014. С. 92-126.
6. Васильевская В. Д., Зборищук Ю. Н., Ульянова Т. Ю. Почвы и почвенный покров УОПЭЦ Чашниково // Развитие почвенно-экологических исследований. М: Изд-во Моск. ун-та, 1999. С. 25–35.
7. Воробьева Л. А. Химический анализ почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. 272 с.
8. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением природной среды: [временная типовая методика: одобрена постановлением Госплана СССР, Госстроя СССР и Президиума Академии наук СССР от 21 октября 1983 г.: по состоянию на 1986 г.]. - М.: Экономика, 1986. 208 с.
9. ГОСТ 26207-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1992. 7с.
10. ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Стандартиформ, 2008. 8с.
11. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 2002. 8с.
12. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. М.: Издательство стандартов, 1985. 6с.

13. ГОСТ 26640-85. Земли. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1985. 6с.
14. ГОСТ 27593–88. Почвы. Термины и определения. М.: Стандартиформ, 2008. 11с.
15. Гражданский кодекс Российской Федерации: [федер. закон: принят Гос. Думой 21 окт. 1994 г.: по состоянию на 3 фев. 2014 г.]. [Электронный ресурс]. ООО "НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС-УНИВЕРСИТЕТ", 2014. Режим доступа: <http://base.garant.ru/10164072/>
16. Гучок М.В. Корректировка кадастровой стоимости земель г. Москвы на основе сведений об экологическом состоянии почвенного покрова (на примере ЗАО, СВАО и ЮВАО): дис. ... канд. биолог. наук. М., 2009. 138с.
17. Деградация и охрана почв / Под. ред. Г.В. Добровольского. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 654 с.
18. Диксон Д., Скура Л., Картпентер Р., Щерман П. Экономический анализ воздействий на окружающую среду. М.: ВИТА-Пресс, 2000. 272 с.
19. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв: Учеб. пособие. М.: Изд-во Моск. Ун-та; Наука, 2006. 364 с.
20. Добровольский Г.В. Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. 185 с.
21. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2012. 413с.
22. Добровольский, Г. В. Избранные труды по почвоведению. Т.1: Общие вопросы теории и развития почвоведения. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2005. 530 с.
23. Земельный кодекс Российской Федерации: [федер. закон: принят Гос. Думой 28 сент. 2001 г.: по состоянию на 30 дек. 2015 г.] [Электронный ресурс]. ООО "НПП "ГАРАНТ-СЕРВИС-УНИВЕРСИТЕТ". Режим доступа: <http://base.garant.ru/12124624/>
24. Ильин В.Б. Буферные свойства почвы и допустимый уровень ее загрязнения тяжелыми металлами // Агрохимия. 1997. №11. С. 65-70.
25. Ильин В.Б. Оценка буферности почв по отношению к тяжелым металлам // Агрохимия. 1995. №10. С. 109-113.
26. Карманов И.И., Булгаков Д.С, Карманова Л.А., Путилин Е.И. Современные аспекты оценки земель и плодородия почв. //Почвоведение. 2002. № 7. С. 850-857.
27. Конвенция Организации Объединённых Наций по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьёзную засуху и/или опустынивание. [Электронный ресурс]. 1994. 66с. Режим доступа:

<http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=INT;n=16296>

28. Конюшков Д. Е. Формирование и развитие концепции экосистемных услуг: обзор зарубежных публикаций // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева, 2015. № 80. С. 26-49.

29. Мазуров Ю.Л., Пакина А.А. Экономика и управление природопользованием: учеб. пособие. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2003. 282 с.

30. Макаров О.А. Как проводить обследование земельного участка. Смоленск: Ойкумена, 2005. 100с.

31. Макаров О.А. Почему нужно оценивать почву (состояние, качество почвы: оценка, нормирование, управление, сертификация). М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2003. 259 с.

32. Макаров О.А. Состояние почвы как объект экологического нормирования окружающей природной среды. Автореф. дис. ... д-ра биол. н. М.: 2002. 46 с.

33. Макаров О.А., Каманина И.З. Экономическая оценка и сертификация почв и земель: учеб. пособие. М.: МАКС Пресс, 2008. 240с.

34. Макаров О.А., Редько М.В., Гучок М.В. Эколого-экономическая и эколого-бонитировочная оценка почв и земель Московского региона. М.: МАКС Пресс, 2011. 264с.

35. Махмудова А.Р. Эколого-экономическая оценка сельскохозяйственных земель и разработка методического подхода к анализу изменения их стоимости в процессе постагрогенной трансформации: дис. ... канд. биолог. наук. М., 2012. 140с.

36. Медведева О.Е. Методические рекомендации по оценке стоимости земли. Методические рекомендации по осуществлению эколого-экономической эффективности проектов намечаемой хозяйственной деятельности. М.: Торгово-Промышленная палата РФ, АНО «СОЮЗЭКСПЕРТИЗА», 2004. 83 с.

37. Медведева О.Е. Определение экологического ущерба при определении стоимости земельных участков // Имущественные отношения в Российской Федерации, №1, 2004. С. 64-81.

38. Медведева О.Е. Оценка стоимости земель сельскохозяйственного назначения и иного сельскохозяйственного имущества: прил. к журналу «Имущественные отношения в Российской Федерации». — М.: Международная академия оценки и консалтинга, 2004. 128с.

39. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды: [методика: зарегистрировано в Министерстве юстиции РФ 7 сент. 2010 г.: по состоянию на 25 апр. 2014 г.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902227668>

40. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель: [методика: утверждена Минприроды России и Роскомземом в июле 1994 г.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9014048>
41. Методика оценки размера вреда, причиненного окружающей среде в результате загрязнения, захламления, нарушения (в том числе запечатывания) и иного ухудшения качества городских почв: [Постановление Правительства Москвы от 22 июля 2008 г.]. М., 2008. 46с.
42. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Сборник нормативных актов «Охрана почв». М.: Изд-во РЭФИА, 1996. С. 174-196.
43. Минеев В.Г. Агрохимия: Учебник. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 2004. 720 с.
44. О плате за землю // Финансы и статистика. М., 1992. 64 с.
45. О повышении качества почвогрунтов: [Постановление Правительства Москвы от 27 июля 2004 г.: по состоянию на 25 окт. 2011 г.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/3654347>
46. О текущей ситуации в экономике РФ по итогам первого полугодия 2015 г.: [отчет: Минэкономразвития России, июль 2015 г.] [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://economy.gov.ru/wps/wcm/connect/a2a3aa7d-19d6-4870-8e3e-bc20155afa23/%CC%EE%ED%E8%F2%EE%F0%E8%ED%E3+%FF%ED%E2%E0%F0%FC-%E8%FE%ED%FC+2015.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=a2a3aa7d-19d6-4870-8e3e-bc20155afa23>
47. Об охране окружающей среды [федер. закон: принят Гос. Думой 20 дек. 2001 г.: по состоянию на 29 дек. 2015 г.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/
48. Об утверждении стандартов оценки: [Постановление Правительства Москвы от 6 июля 2001г.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=32407>
49. Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошичева Н.Л. Практикум по биохимии гумуса. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1969. 159 с.
50. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека. Синтез, Island Press, 2005, 154 с.
51. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: биоразнообразие. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 98 с.

52. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: опустынивание. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 36 с.
53. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: возможности и испытания для бизнеса и производства. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 36 с.
54. Оценка экосистем на пороге тысячелетия. Экосистемы и благосостояние человека: водно-болотные угодья и водные ресурсы. Вашингтон, округ Колумбия, Ин-т мировых ресурсов, 2005, 80 с.
55. Перман Р., Ма Ю, Макгилври Дж. Экономика природных ресурсов и охраны окружающей среды. М.: ТЕИС, 2006. 1168 с.
56. Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами: [Утвержден Минприроды России и Роскомземом от 27 декабря 1993 г.]. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/9033369>
57. Почва, город, экология / Под общ. ред. Г. В. Добровольского. М.: Фонд "За эконом. грамотность", 1997. 320 с.
58. Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково. Часть 1. М.: Изд-во Моск.ун-та, 1986. 93с.
59. Почвенно-агрономическая характеристика АБС Чашниково. Часть 2. М.: Изд-во Моск.ун-та, 1988. 149с.
60. Почвоведение. Учебник для ун-тов в 2-х томах. / Ред. В.А. Ковда и Б.Г. Розанов. М.: Высшая школа, 1988. 374с.
61. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.
62. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М.: Наука, 1982. 144с.
63. Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы. Нормативные материалы. М., 1993 г., 130 с.
64. Савич В.И., Амергужин Х.А., Карманов И.И., Булгаков Д.С., Федорин Ю.В., Карманова Л.А. Оценка почв. М.: Изд. Астана, 2003. 544 с.
65. СанПиН 8299–91 Перечень предельно-допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве. М., 1993. 16с.
66. Сервис Google.Карты [Электронный ресурс]. GOOGLE, 2015. Режим доступа: <https://www.google.ru/maps>

67. Снакин В.В. Экология и охрана природы. Словарь-справочник / Под ред. академика А.Л. Яншина. М.: Academia, 2000. 384 с.
68. Украинцев О.Ю. Земельное право. М.: Центр дистанционных образовательных технологий МИЭМП, 2010.
69. Хаббард Д. Как измерить все, что угодно: Оценка стоимости нематериальных активов в бизнесе. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. 320 с.
70. Цветнов Е.В. Эколого-экономическая оценка сельскохозяйственных земель в условиях химического и радиоактивного загрязнения (на примере хозяйств Калужской области Российской Федерации): дис. ... канд. биолог. наук. М., 2007. 185с.
71. Цветнов Е.В., Махмудова А.Р., Цветнова К.А. Экологические фонды и почвенно-экологическое страхование в системе рационального землепользования // Проблемы региональной экологии, 2013. № 3. С. 194-201.
72. Цветнов Е.В., Цветнова О.Б., Щеглов А.И., Рябчук А.С. Эколого-экономическая оценка радиоактивно загрязненных естественных и сельскохозяйственных земель Тульской области // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение, 2012. № 3. С. 41-46.
73. Costanza R. et al. Changes in the global value of ecosystem services // *Global Environmental Change*. Vol. 26, 2014. pp 152–158.
74. Costanza, R., R. D'Arge, R.S. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, and M. van den Belt. The value of the world's ecosystem services and natural capital // *Nature*. Vol. 387, 1997. pp 253–260.
75. Daily, G.C. *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Systems*. Washington, DC: Island Press, 1997. 392 p.
76. Groot de R.S. et al. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services // *Ecological Economics*. Vol. 41, 2002. pp. 393–408.
77. Kirui, Oliver Kiptoo; Mirzabaev, Alisher. Economics of land degradation in Eastern Africa. ZEF Working Paper Series, No. 128, 2014. 29p.
78. Laura Poggioa, Erwin Hepperlea, Rainer Schulin, Franco Ajmone Marsan. Introducing a method of human health risk evaluation for planning and soil quality management of heavy metal-polluted soils — an example from Grugliasco (Italy) // *Landscape and Urban Planning*. Vol. 88, 2008. pp. 64-72.
79. Lee N. and Walsh F. Strategic Environmental Assessment: An Overview // *Project appraisal*, Vol. 7(3), 1996, pp. 126-136.

80. María Dolores Fernández, María Milagrosa Vegab, José Vicente Tarazona. Risk-based ecological soil quality criteria for the characterization of contaminated soils. Combination of chemical and biological tools // *Science of The Total Environment*, Vol. 366, 2006. pp. 466–484.
81. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment*. Island Press, 2003. 266 p.
82. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends Assessment*. Vol. 1. Island Press, 2005. 919 p.
83. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Multiscale Assessments*. Vol. 4. Island Press, 2005. 389 p.
84. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Policy Responses*. Vol. 3. Island Press, 2005. 623 p.
85. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being: Scenarios*. Vol. 2. Island Press, 2005. 561 p.
86. Mirzabaev, A., Nkonya, E., von Braun, J. Economics of sustainable land management // *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol.15, 2015. pp. 9-19.
87. Nkonya, E., Gerber, N., Baumgartner, P., Von Braun, J., De Pinto, A., Graw, V., and Walter, T. The economics of desertification, land degradation, and drought. IFPRI Discussion Paper, 2011. 173p.
88. Nkonya, E., Gerber, N., Baumgartner, P., von Braun, J., De Pinto, A., Graw, V., Kato, E., Kloos, J., Walter, T. (2011b) The Economics of Land Degradation: toward an integrated global assessment. ZEF Discussion Papers on Development Policy, No. 150, 2011. 184p.
89. Sorokin A., Bryzzhev A., Stokov A., Mirzabaev A., Johnson T., Kiselev S. V. The Economics of Land Degradation in Russia // *Economics of Land Degradation and Improvement – A Global Assessment for Sustainable Development*, 2015. pp. 541-576
90. TEEB. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations* / Ed. Kumar P. Earthscan, 2010. 422 p.
91. Tianhong, L., Wenkai, L., Zhenghan, Q., 2008. Variations in ecosystem service value in response to land use changes in Shenzhen // *Ecological Economics*, Vol. 69. pp. 1427-1435.
92. von Braun, J., & Gerber, N. The economics of land and soil degradation - toward an assessment of the costs of inaction // *Recarbonization of the Biosphere*. Dordrecht; New York: Springer, 2012. pp. 493-516.

93. von Braun, J., Gerber, N., Mirzabaev, A., and Nkonya, E. (2012) The Economics of Land Degradation. ZEF Working Paper Series, No. 109, 2013. 36p.
94. Xie, G.D., Lu, C.X., Leng, Y.F., et al. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau // Journal of Natural Resources, Vol. 18, 2003. pp. 189–196

Приложение

Приложение 1. Описание точек пробоотбора

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
1	1 м. от Ленинградског о шоссе. 22 м. от поворота на заправку. «РосНефть» на Ю-В.	10	Рудеральная (фрагментарная)	Насыпь, кювет. Мусор, стекло.
2	10 м. от Ленинградског о шоссе на СВ-В	10	Борщевик сосновского, мятлик луговой, костёр безостый, разнотравье	Придорожная полоса, кювет.
3	28 м. от Ленинградског о шоссе на СВ-В	10	Борщевик сосновского	Пониженный участок
4	76 м. от Ленинградског о шоссе на СВ-В	20	Борщевик сосновского, мышиный горошек, мятлик луговой, костёр безостый, клевер луговой	Залежь
5	100 м. от Ленинградског о шоссе на СВ-В	20	Борщевик сосновского, тысячелистник обыкновенный, клевер луговой, бодяк полевой, одуванчик лекарственный	Залежь
6	200 м. от Ленинградског о шоссе на СВ-В	20	Клевер луговой, бодяк полевой, одуванчик лекарственный	Залежь. Склон водораздела. 2-го года многолетние травы.
7	500 м. от Ленинградског о шоссе на СВ-В	20	Купырь лесной, щавель конский, костёр безостый, одуванчик лекарственный, клевер луговой	Залежь
8	39 м. на запад от Ю-3 угла Ольгиного пруда	20	Ежа сборная, лисохвост луговой, мятлик луговой, осот полевой, щавель конский, одуванчик лекарственный	Залежь

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
9	100м. на С. от развилки дороги, идущей вдоль леса и перпендикулярно ей	10	Ельник. Рябина обыкновенная, лютик ползучий, сныть обыкновенная, крапива двудомная, подорожник большой	Водораздел, склон северной экспозиции.
10	52 м. на С от края поля. 200м от 9	10	Крапива двудомная, клевер луговой, осока мохнатая	Притеррасная часть поймы р. Клязьма. Поляна, увлажненный луг.
11	140м. на С от развилки дороги вдоль леса и дороги к березовой аллее	10	Лиственный лес. папоротник мужской, клен татарский, щавель конский	Нижняя часть водораздела.
12	2 м на В от Ленингр. Шоссе. В районе осн. въезда на территорию УО ПЭЦ «Чашниково»	10	Луговая с рудеральной растительностью.	Придорожная полоса. Мусор.
13	10 м. на от осн. въезда на территорию УО ПЭЦ «Чашниково»	10	Рудеральная	Парк перед зданием администрации. Мусор, выраженный микрорельеф.
14	50 м. на В от точки 13	10	Растительность, характерная для лиственных пород: мятлик луговой, звездчатка ланцетовидная, клен в подросте.	Липовая аллея.
15	30 м на С от лабораторного корпуса, 2,5 м от дороги вдоль лаб.корп.	10	Мелкотравье	Обочина. Очень уплотненный грунт
16	10 м на ЮЗ от развилки дорог, идущих к лагерю и на ферму	10	Подрост клен татарский, береза повислая, разнотравье.	Парк

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
17	60 м от развилки дорог в т.15, на В. от гаражей, 250 м от осн. входа на ферму	10	Лапчатка гусиная, клевер луговой, подорожник большой, мятлик луговой	Парк
18	150 м на ССЗ по березовой аллее о сев. входа в студ. лагерь, 3м на В от аллеи.	20	Злаковый луг, лисохвост луговой, полынь обыкновенная, борщевик сосновского, купырь лесной	Залежь
19	Между 10 и 14 домиками студ. лагеря	10	Щавель конский, лютик ползучий, подорожник большой, мятлик луговой	Территория студенческого лагеря.
20	56°02'53.8'' С 37°11'37.7'' В	10	Подорожник большой, мятлик луговой	Селитебная зона.
21	56°02'52.7'' С 37°11'33.1'' В	20	Разнотравный луг: ежа сборная, звездчатка ланцетовидная	Залежь. Влажная, немного заболоченная местность.
22	56°02'56.7'' С 37°11'36.1'' В	20	Разнотравный луг.	Залежь. Влажная, немного заболоченная местность.
23	56°02'55'' С 37°11'25'' В	10	Хвощ лесной, крапива двудомная, клен татарский, борщевик сосновского, береза повислая	Лес
24	56°02'46.8'' С 37°11'22.2'' В	10	Подорожник большой, одуванчик лекарственный	Придорожная полоса
25	300 м. на С. от УО ПЭЦ Чашниково	10	Бодяк полевой, мятлик луговой	Придорожная полоса
26	56°01'50.74'' С 37°11'14.58'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
27	56°01'47.25'' С 37°11'15.43'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
28	56°01'41.68'' С 37°10'56.59'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
29	56°01'37.54'' С 37°10'52.85'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
30	56°01'36,78'' С 37°10'48.79'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
31	56°01'25.76'' С 37°11'00.70'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
32	56°01'26.09'' С 37°11'08.09'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
33	56°01'32.02'' С 37°11'10.86'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
34	56°02.749' С 37°09.424' В	10	Одуванчик лекарственный, осока мохнатая, подорожник большой, тысячелистник обыкновенный, горец змеиный	Придорожная полоса
35	56°02.751' С 37°09.433' В	10	Репейник обыкновенный, купырь лесной, ежа сборная, борщевик сосновского	Западина, заросшая влаголюбивыми растениями
36	56°02.756' С 37°09.443' В	10	Репейник обыкновенный, купырь лесной, ежа сборная, борщевик сосновского	Зона кювета (пониженный участок)
37	56°02.771' С 37°09.488' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель	Залежь
38	56°02.784' С 37°09.583' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель, горошек мышиный	Залежь

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
39	56°02.794' С 37°09.822' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель	Залежь
40	56°02.842' С 37°09.984' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель, ежа сборная	Залежь
41	56°02'13'' С 37°10'19'' В	10	Купырь лесной, борщевик сосновского, подорожник большой, клевер луговой	Лесополоса
42	56°02'43'' С 37°11'07'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель	Залежь
43	56°02'44'' С 37°11'09'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой	Залежь
44	56°02'44'' С 37°11'08'' В	10	Клевер луговой, борщевик сосновского, клен татарский	Лесополоса
45	56°02'44'' С 37°11'10'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель	Залежь
46	56°03'28'' С 37°09'21'' В	10	Василек синий, звездчатка ланцетовидная, клевер луговой, осока мохнатая	Пойма
47	56°01'17'' С 37°11'35'' В	10	Звездчатка ланцетовидная, клевер луговой, осока мохнатая	Склон к мезо-понижению
48	56°01'18'' С 37°11'46'' В	10	Мятлик луговой, береза повислая, подорожник большой	Болотистая местность с кочками
49	56°01'15'' С 37°11'41'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель	Залежь

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
50	56°01'21'' С 37°11'56'' В	20	Клевер луговой, борщевик сосновского, бодяк полевой, подорожник большой, костёр безостый, мятлик луговой, конский щавель, лисохвост луговой, горец змеиный	Залежь
51	56°01'1'' С 37°12'0'' В	10	Хвощ лесной, крапива двудомная, клен татарский, борщевик сосновского, береза повислая	Лес
52	56°0'59'' С 37°12'2'' В	20	Вьюнок полевой, клевер луговой, борщевик сосновского, крапива двудомная, манжетка обыкновенная	Селитебная зона, дачный участок
53	56°01'0'' С 37°12'3'' В	10	Клен татарский, береза повислая, хвощ лесной, одуванчик лекарственный, борщевик сосновского	Лес
54	56°01'35'' С 37°12'31'' В	10	Осока мохнатая, мятлик луговой, лютик ползучий, горошек мышиный, береза повислая	Лесополоса вдоль дороги
55	56°01.773' С 37°12.589' В	10	Крапива двудомная, купырь лесной, сныть обыкновенная, клен, береза повислая	Лесополоса вдоль дороги
56	56°02.035' С 37°12.641' В	10	Крапива двудомная, купырь лесной, сныть обыкновенная, клен, береза повислая, клен	Селитебная зона
57	56°02.072' С 37°12.244' В	10	Крапива двудомная, купырь лесной, сныть обыкновенная, клен, береза повислая, хвощ лесной, лютик ползучий, одуванчик лекарственный	Селитебная зона
58	56°02.116' С 37°11.785' В	10	Щавель конский, подорожник большой, одуванчик лекарственный, клен	Селитебная зона
59	56°02.242' С 37°11.447' В	10	Манжетка обыкновенная, лютик ползучий, купырь лесной, щавель конский, сныть обыкновенная	Лес
60	56°02.151' С 37°11.270' В	10	Манжетка обыкновенная, лютик ползучий, купырь лесной, щавель конский, сныть обыкновенная, клен	Лес

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
61	56°02.076' С 37°11.042' В	10	Крапива двудомная, дуб, сныть обыкновенная, купырь лесной	Лес
62	56°02'44'' С 37°12'52'' В	10	Разнотравно-луговая растительность, преобладает осока мохнатая, звездчатка ланцетовидная, горец змеиный	Пойма р.Клязьма
63	56°02'41'' С 37°12'57'' В	10	Разнотравно-луговая растительность, преобладает осока мохнатая, звездчатка ланцетовидная, горец змеиный	Кювет дороги
64	56°02'32'' С 37°12'51'' В	10	Разнотравно-луговая растительность, преобладает осока мохнатая, клевер луговой, горошек мышиный	Центральная часть поймы
65	56°02'35'' С 37°12'43'' В	10	Разнотравно-луговая растительность, преобладает осока мохнатая, таволга обыкновенная	Пойма
66	56°02'41'' С 37°12'29'' В	10	Разнотравно-луговая растительность, преобладает осока мохнатая, звездчатка ланцетовидная	Центральная часть поймы
67	56°02'37'' С 37°12'32'' В	10	Разнотравно-луговая растительность, преобладает осока мохнатая, звездчатка ланцетовидная, горец змеиный, крапива двудомная, малина	Центральная часть поймы
68	56°02'21'' С 37°12'47'' В	10	Хвойно-широколиственный лес, сныть обыкновенная, клевер луговой	Лес
69	56°02'18'' С 37°12'43'' В	10	Лес смешанный, хвойно-широколиственный, вяз, орешник, сныть обыкновенная, вьюнок полевой	Лес
70	56°02'43'' С 37°12'15'' В	10	Осока мохнатая, крапива двудомная, таволга обыкновенная	Пойма
71	56°02'41'' С 37°12'15'' В	10	Ива белая, крапива двудомная	Пойма

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
72	56°02'38'' С 37°11'55'' В	10	Разнотравно-луговая растительность, клевер луговой, манжетка обыкновенная, подорожник большой, тысячелистник обыкновенный	Пойма
73	56°02'36'' С 37°11'56'' В	10	Мятлик луговой, лисохвост луговой, пырей ползучий, крапива двудомная, горошек мышиный	Притеррасная часть поймы
74	56°02'29'' С 37°11'42'' В	10	Крапива двудомная, сныть обыкновенная, папоротник мужской, береза повислая, осина	Лес
75	56°02'03'' С 37°10'21'' В	10	Одуванчик лекарственный, крапива двудомная, подорожник большой, яблоневый сад, клевер луговой	Питомник
76	56°02'04'' С 37°10'39'' В	10	Одуванчик лекарственный, крапива двудомная, подорожник большой, яблоневый сад, клевер луговой	Питомник
80	56°02'23'' С 37°10'42'' В	10	Осока мохнатая, горошек мышиный, хвощ полевой, лисохвост луговой, крапива двудомная, вьюнок полевой	Луг
81	56°02'25'' С 37°11'06'' В	10	Крапива двудомная, осока мохнатая, мятлик луговой, купырь лесной	Луг
82	56°02.051' С 37°11.042' В	10	Сныть обыкновенная, крапива двудомная, борщевик сосновского, хвощ лесной	Лес
83	56°02.239' С 37°11.448' В	10	Папоротник мужской, сныть обыкновенная, ель обыкновенная, копытень европейский	Лес
84	56°01.989' С 37°09.996' В	10	Лисохвост луговой, купырь лесной, осоки	Разнотравно-злаковый луг
85	56°01.950' С 37°10.320' В	10	Одуванчик лекарственный, пырей ползучий, борщевик сосновского	Селитебная зона
86	56°01.792' С 37°10.373' В	10	Клевер луговой, подорожник большой, рудеральная растительность	Селитебная зона
87	56°01.755' С 37°10.477' В	10	Клевер луговой, лапчатка гусиная, осоки, одуванчик лекарственный	Селитебная зона

Номер площадк и пробо-отбора	Привязка на местности (координаты)	Глубина пробо-отбора, см.	Растительность	Примечание
88	56°01.822' С 37°10.905' В	10	Ромашка обыкновенная, репейник обыкновенный, подорожник большой	Селитебная зона
89	56°01.878' С 37°10.985' В	10	Осина, береза повислая, мятлик луговой, пырей ползучий, осоки	Край осинового колка
90	56°01.919' С 37°10.818' В	10	Сныть обыкновенная, папоротник мужской	Под пологом широко-лиственного леса
91	56°02'37'' С 37°10'35'' В	10	Папоротник мужской, сныть обыкновенная, клевер луговой, ель обыкновенная, мох	Лес

Приложение 2. Шкала буферности почв по отношению к тяжелым металлам (вклад гумуса, физической глины, полуторных оксидов) (Ильин, 1995)

Показатели		Балл
Наименование	Пределы содержания, % (ранги)	
Гумус	<1	1
	1,1-2	2
	2,1-4	3,5
	4,1-6	5
	6,1-8	6,5
	8,1-10	8
	>10	9
Физическая глина	<10	2,5
	11-20	5
	21-45	10
	46-60	15
	>60	20
Полуторные оксиды	<1	1
	1,1-2	2,5
	2,1-3	4
	3,1-4	5,5
	4,1-5	7

Приложение 3. Шкала буферности почв по отношению к тяжелым металлам (ТМ) (вклад карбонатов, реакции среды) (Ильин, 1995)

Показатели		Для элементов, подвижных в кислой среде	Для элементов, подвижных в щелочной среде
Наименование	Пределы колебаний (ранги)	Балл	Балл
Карбонаты, %	<0,5	1,5	15,5
	0,6-1,5	3,5	12,5
	1,6-2,5	6,5	9,5
	2,6-3,5	9,5	6,5
	3,6-4,5	12,5	3,5
	>4,5	15,5	1,5
Реакция среды (величина рН)	5,1-5,5	2,5	15
	5,6-6,0	5	12,5
	6,1-6,5	7,5	10
	6,6-7,0	10	7,5
	7,1-7,5	12,5	5
	7,6-8,0	15	2,5

Приложение 4. Градации буферности почв по отношению к ТМ (Ильин, 1997)

Степень буферности	Кол-во баллов	Гигиенически приемлемый уровень накопления ТМ, $\leq m$ фоновых содержаний	Примечание
Очень низкая	≤ 10	$m=2-5$	Обычно песчаные, очень слабогумусированные, малопродуктивные почвы, сельскохозяйственное освоение маловероятно
Низкая	11-20	$m=4-7$	Обычно супесчаные почвы с невысоким количеством гумуса
Средняя	21-30	$m=7-10$	Многие пахотнопригодные почвы (в частности, серые лесные почвы)
Повышенная	31-40	$m=10-13$	Обычно суглинистые и глинистые почвы, богатые гумусом, рН близок к нейтральному (в частности, черноземы)
Высокая	41-50	-	-
Очень высокая	>50	-	-

Приложение 5. Результаты опроса участников конференции МГУ 20 апреля 2015 года

	Посевные площади с/х культур	Чистые пары	Плодово-ягодные насаждения	Виноградники	Пастбища	Сенокосы	Поймы	Лесополосы	Канавы и стоки	Заброшенные земли	Нарушенные земли	Заболоченные земли
Поглощение углерода	98	43	129	113	107	118	134	164	44	108	33	116
Регуляция воздуха и климата	92	62	110	100	95	105	141	166	61	113	40	147
Регуляция воды	80	73	95	90	95	109	163	147	120	83	36	162
Регуляция критических состояний	54	52	67	65	70	81	127	133	80	70	37	95
Сохранение водного режима и обеспечение водой	62	74	87	76	87	99	147	134	106	77	28	141
Контроль эрозии почв	98	72	128	110	106	145	134	177	77	68	31	105
Образование почв	75	69	98	89	94	120	150	146	32	95	44	89

	Посевные площади с/х культур	Чистые пары	Плодово-ягодные насаждения	Виноградники	Пастбища	Сенокосы	Поймы	Лесополосы	Канавы и стоки	Заброшенные земли	Нарушенные земли	Заболоченные земли
Накопление и сохр. полезных веществ в почве	84	118	113	104	110	122	167	149	30	100	25	121
Сохр. ареала обитания живых организмов	57	69	91	89	107	124	172	161	33	103	33	139
Сохр. генетических ресурсов	72	53	92	88	110	118	159	155	25	98	22	120
Биологический контроль	72	66	89	82	85	93	104	114	36	69	23	92
Опыление	90	22	119	112	102	106	133	114	13	73	28	63
Очистные и другие регулирующие функции	68	74	88	75	89	105	138	153	105	88	42	128

	Посевные площади с/х культур	Чистые пары	Плодово-ягодные насаждения	Виноградники	Пастбища	Сенокосы	Поймы	Лесополосы	Канавы и стоки	Заброшенные земли	Нарушенные земли	Заболоченные земли
Производство продуктов питания	197	72	184	178	119	110	90	56	6	12	12	51
Производство кормов для животных	162	64	63	39	192	194	129	49	7	41	10	32
Культурные функции	81	49	110	113	88	84	113	104	22	34	25	82
Рекреационная и оздоровительная функции	33	33	98	83	65	76	150	131	12	32	14	56
ИТОГО	1475	1065	1761	1606	1721	1909	2351	2253	809	1264	483	1739
Соотношение	3,05383	2,20497	3,645963	3,325052	3,563147	3,952381	4,8675	4,6646	1,674948	2,616977	1	3,600414
Здесь представлены суммы по всем 20 анкетам.												