



## Экологическое нормирование, сертификация и паспортизация почв как научная основа рационального землепользования



Международная  
научно-практическая конференция

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. ЛОМОНОСОВА  
ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

при поддержке Министерства образования и науки  
Российской Федерации

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ**  
(с элементами научной школы для молодежи)

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ,  
СЕРТИФИКАЦИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПОЧВ  
КАК НАУЧНАЯ ОСНОВА  
РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

30 сентября – 01 октября 2010 г.

Материалы докладов



МОСКВА – 2010

УДК 631.4  
ББК 40.3  
Э40

Сборник издан при поддержке  
Министерства образования и науки Российской Федерации  
(государственный контракт № 02.740.12.2183 от 13 апреля 2010 г.)

Э40 **Экологическое нормирование, сертификация и паспорти-**  
**зация почв как научная основа рационального землеполь-**  
**зования: Междунар. научно-практ. конф. (с элементами науч-**  
**ной школы для молодежи); 30 сентября – 01 октября 2010 г.:**  
**Материалы докладов/ Сост.: Кулачкова С.А., Макаров О.А. –**  
**М.: МАКС Пресс, 2010. – 256 с.**  
**ISBN 978-5-317-03401-6**

УДК 631.4  
ББК 40.3

Составители:  
*Кулачкова С.А., Макаров О.А.*

Дизайн обложки – *Сарычев А.Е.*

---

*Научное издание*

Напечатано с готового оригинал-макета  
Подписано в печать 20.09.2010 г.  
Формат 60х90 1/16. Усл.печ.л. 16,0. Тираж 170 экз. Заказ № 403.  
Издательство ООО "МАКС Пресс"  
Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.  
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 2-й учебный корпус, 627 к.  
Тел. 939-3890, 939-3891. Тел./Факс 939-3891.

**ISBN 978-5-317-03401-6**

© Авторы докладов, 2010

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

### **Председатель организационного комитета:**

**Шоба С.А.**, член-корреспондент РАН, президент МОО Общества почвоведов им. В.В. Докучаева, декан факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

### **Заместители председателя организационного комитета:**

**Владыченский А.С.**, профессор, заведующий кафедрой общего почвоведения, заместитель декана факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова;

**Макаров О.А.**, профессор, заместитель декана факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

### **Ответственный секретарь конференции:**

**Кулачкова С.А.**, научный сотрудник кафедры географии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова

### **Члены оргкомитета:**

**Яковлев А.С.**, профессор, заведующий кафедрой земельных ресурсов и оценки почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова;

**Трофимов С.Я.**, профессор, заведующий кафедрой химии почв факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова;

**Смагин А.В.**, профессор факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова;

**Васенев И.И.**, профессор, заведующий кафедрой экологии факультета почвоведения, агрохимии и экологии РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева;

**Хаймин В.А.**, начальник отдела по сертификации АНО «Экотерра»;

**Розенталь О.М.**, профессор, главный редактор журнала «Методы оценки соответствия»

Земельные ресурсы являются главным природным достоянием России, обеспечивающим ее устойчивое развитие. Наша страна обладает самой большой территорией с разнообразными природными условиями, неравномерной плотностью населения и, соответственно, - неравномерным использованием земельных ресурсов в народном хозяйстве. В связи с этим, рациональное землепользование и оптимизация управления земельными ресурсами являются первостепенной задачей государственных органов на всех уровнях административного управления.

Результаты последней земельной реформы в России начала 90-х годов прошлого столетия имеют противоречивый характер. Эта реформа носила в основном декларативный характер, и в итоге была разрушена советская система управления земельными ресурсами, сформированная за долгие годы. Новые механизмы рационального землепользования, созданные к настоящему времени, к сожалению далеки от совершенства.

Материалы настоящей конференции посвящены обсуждению вопросов создания системы контроля рационального использования почв, в том числе в сельском хозяйстве. Это в первую очередь научное обоснование, разработка показателей и критериев для экологического нормирования качества почв, оценки влияния антропогенных факторов и выработки допустимых нагрузок на почвы. Второй, более важной задачей, является обсуждение вопросов создания систем контроля качества почв при сельскохозяйственном использовании и, наконец – рекомендаций по созданию нормативно-правовых аспектов реализации этой системы контроля. Элементы такой системы начинают формироваться и внедряться в практику как в отдельных регионах (Ростовская, Московская области, Краснодарский, Ставропольский края и др.), так и на государственном уровне в виде недавнего распоряжения правительства РФ от 30.06.2010 г. «О концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года». Эта система контроля качества почв может реализоваться в форме сертификации почв или создания паспорта отдельного участка. Предварительно требуется создание базы нормативов для проведения контроля качества почв при сельскохозяйственном и ином использовании, а также нормативно-правовых документов для осуществления контроля и принятия мер по предотвращению нарушений. Несомненно, в связи с этим давно назрела необходимость принятия обсуждаемого в Государственной Думе РФ «Закона по охране почв».

Осуществление мероприятий по контролю рационального использования почв возможно в рамках закона «О техническом регулировании», где заложены принципы регулирования взаимоотношений между пользователями почвенных ресурсов и контролирующими структурами, осуществляющими обязательную или добровольную сертификацию. В рамках технического регламента возможно выстраивание организационной системы нормативно-правового регулирования рационального землепользования. В данном случае государство через технический регламент берет на себя функции правового регулирования обязательных требований по использованию почвенных ресурсов. Процедуры этого процесса лежат в рамках сертификации, которую могут выполнять и негосударственные структуры.

При создании системы рационального землепользования в России следует обратиться к опыту ряда зарубежных стран, особенно США и Западной Европы. Эти мероприятия осуществляются в рамках почвенной службы (США), земельных центров, институтов, служб (Западная Европа). Общим для перечисленных стран в таких структурах является наличие автоматизированных почвенно-картографических баз данных на основе ГИС-технологий с детальными характеристиками административных, природных почвенно-картографических и кадастровых данных, а также разносторонними почвенно-аналитическими параметрами конкретных типов почв. В этих странах на государственном уровне выстроена и четко функционирует нормативно-правовая база по использованию земельных ресурсов (отдельные законы по охране почв, разделы в законах по охране окружающей природной среды и т.д.). Соответственно осуществляется взаимовыгодное взаимодействие между контролирующими государственными структурами и пользователями земельных участков.

Мы надеемся, что материалы настоящей конференции помогут налаживанию в стране единой системы контроля качества почв на федеральном и региональном уровнях с помощью административно-управленческих и нормативно-правовых механизмов. В этой системе заинтересованы не только государственно-управленческие структуры, но и многочисленные научно-исследовательские и прикладные институты и учебные заведения сельскохозяйственного и экологического профиля. Несомненно, что такая система выгодна и должна заинтересовать землепользователей различной формы собственности.

Председатель оргкомитета,  
член-корр. РАН

С.А. Шоба

**СЕКЦИЯ 1.  
СЕРТИФИКАЦИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ  
РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ И ДРУГИХ ПРИРОДНЫХ  
КОМПОНЕНТОВ – ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

---

**ПРОБЛЕМА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАСПОРТИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

*Анциферова О.А.*

ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», Калининград, Россия, [anciferova@inbox.ru](mailto:anciferova@inbox.ru)

Земля является основным средством производства сельскохозяйственной продукции, краеугольным камнем продовольственной безопасности государства. Оценка земель, их агроэкологического состояния и потенциала, как на федеральном, так и на региональном уровнях – важнейшая государственная задача.

Еще в 70-х годах 20 в. агрохимической службой СССР начала внедряться методика составления агрохимических паспортов полей (участков). Паспорта содержали информацию об основных свойствах почв (классификационной принадлежности, гранулометрическом составе, степени увлажнения, мощности пахотного (гумусового) слоя, окультуренности (бонитете), агрохимических свойствах (включая микроэлементы), данные о внесении удобрений). Периодичность туров агрохимического обследования обеспечивала накопление информации о конкретном производственном участке, т.е. документально фиксировалась история поля. К недостаткам такого подхода можно отнести неполноту информации. Вследствие слабого взаимодействия землеустроительной, почвенной (Гипроземы), мелиоративной (Гипроводхозы), фитосанитарной (станции защиты растений), агрометеорологической служб не удалось реализовать создание по настоящему агроэкологического паспорта поля.

Реформы 90-х годов 20 в. отбросили сближение сельскохозяйственной науки и производства назад. Возникший разрыв огромен. В 2003 г. вышли официальные «Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения». Но, исходя из более чем десятилетнего опыта работы по агроэкологической оценке земель, мы пришли к выводу, что во многих регионах воплотить в действие данные рекомендации в полном объеме просто невозможно. Причины: 1) реорганизация научно-

производственных организаций, обслуживающих сельское хозяйство (ликвидация Гипроземов, сокращение объемов работ ЦАСаами, мелиоративными службами, ряд организаций акционированы и перестали быть государственными); отсутствие или крайне низкое финансирование оставшихся служб, необходимость оплаты дорогостоящих услуг сельхозпроизводителями, отсутствие взаимодействия между службами делает невозможным комплексный подход к оценке земель на современном уровне; 2) реорганизация форм землепользования, скупка и продажа земельных долей, неустойчивость границ хозяйств привели к ряду отрицательных последствий: утеряны истории полей, материалы землеустройства и мелиорации, не востребованы почвенные данные, ограниченно используются агрохимические очерки; специализация хозяйств тяготеет к экономически выгодным культурам, а отсюда несоблюдение севооборотов, резкий перекос в сторону растениеводства, причем зернового, зачастую только минеральная система удобрения с упором на азотное питание.

Без знания истории полей, конкретного агроэкологического состояния невозможны ни фундаментальные построения в области классификации и эволюции почв, ни производство высоких и качественных урожаев, ни переход на прогрессивные адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Отсутствие понимания проблемы и государственного регулирования в сфере сельскохозяйственного землепользования приводит в последнее время к тому, что земли сельскохозяйственного назначения переводят в иные категории (промышленности, гражданского строительства и т.п.). Огромные площади залежных земель, как на федеральном, так и на региональном уровнях открыто называют балластом, от которого желательно избавиться. А ведь это важнейший резерв пахотного и лесного фондов! Это неоднократно доказывалось многими учеными, в том числе и автором.

В региональных государственных докладах «О состоянии и использовании земель...» переписываются старые данные о количестве переувлажненных, подтопленных, заболоченных, эрозионно-опасных, эродированных, засоленных земель сельскохозяйственного назначения. А, значит, нет объективной информации о состоянии и качестве почв – основной базы производства сельскохозяйственной продукции. В то же время изменение климата в комплексе с низкой культурой земледелия в ряде регионов приводит к увеличению масштабов и глубины деградационных процессов. Одним из подтверждений этого служит засуха 2010 г. Таким образом, агроэкологическая паспортизация сельскохозяйственных угодий имеет выход на государственную проблему оценки земель.

На наш взгляд попытка возложения на ЦАСа функций комплексной оценки плодородия земель сельскохозяйственного назначения

является неудачной. Отсутствие специалистов, финансирования, недостаточность методической и научной базы не позволяют качественно провести даже корректировку старых советских почвенных карт отдельных хозяйств, не говоря обо всех сельскохозяйственных угодьях конкретного региона. Внедрение цифровых технологий в таких условиях нельзя считать инновацией, т.к. оцифровываются чаще всего устаревшие материалы со всеми их ошибками и недочетами.

В сложившейся ситуации нам представляются рациональными следующие шаги:

- 1) усиление государственного регулирования и контроля земель сельскохозяйственного назначения.
- 2) создание современных государственных почвенно-агроэкологических центров на базе региональных ЦАСов;
- 3) проведение государственного почвенного обследования всех земель сельскохозяйственного назначения по современным методам;
- 4) обязательная агроэкологическая паспортизация полей, регулярное обновление баз данных как основа для создания и последующих корректировок адаптивно-ландшафтных систем земледелия

Реализация вышеизложенных задач является на наш взгляд насущной необходимостью, если конечно государство всерьез озабочено проблемой качества земель и продовольственной безопасностью страны.

#### ПРОБЛЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПОЧВ НА ЗЕМЛЯХ, ПРОШЕДШИХ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЕ РАБОТЫ

*Бондаренко Е.В.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
bondik\_91@mail.ru

Как известно, Россия является самым крупным государством в мире. Однако значительная часть российских почвенно-земельных ресурсов подвергается мощному антропогенному прессингу и поэтому находится в неудовлетворительном состоянии: почвы загрязнены тяжелыми металлами, нефтепродуктами, полициклическими ароматическими углеводородами, полихлорированными бифенилами, диоксинами, пестицидами, радионуклидами и другими веществами.

Таким образом, необходимо решать задачи рационального использования, охраны и восстановления почвенного покрова на значительных территориях. Одним из способов такого решения является

применение экологической сертификации (№ 7-ФЗ от 10 января 2002 г., глава 5 «Нормирование в области охраны окружающей среды», ст. 31), которая «...проводится в целях обеспечения экологически безопасного осуществления хозяйственной и иной деятельности на территории Российской Федерации».

Для осуществления сертификации на землях, прошедших рекультивационные работы, необходимо определение качества почв и различных почвоподобных тел. Речь идет о стандартах качества, содержащих ограничения по радиационным, экологическим, и агрохимическим характеристикам, сведения по допустимым уровням химической и микробиологической загрязненности. Основными гигиеническими критериями оценки химического загрязнения почв являются показатели существующей системы санитарно-гигиенического нормирования: ПДК – предельно-допустимые концентрации, устанавливаемые экспериментальным путем, и ОДК – ориентировочно-допустимые концентрации, определяемые расчетным способом.

В настоящее время ПДК и ОДК для нефтепродуктов не установлены, следовательно, необходимо выяснить какое количество нефти и других токсикантов, безвредное для окружающей природой среды, можно оставить в почве в виде разрешенной экологической нагрузки для территорий после проведения рекультивационных работ.

Количество оставленной в почве нефти, бенз(а)пирена, токсичных солей и т.д. зависит от вида земельных угодий. Понятно, что нормативы для почв городских парков, лесных территорий могут быть менее строгими, чем для сельхозугодий, приусадебных участков, где выращивается пищевая продукция.

Кроме того, нормативы для почв, прошедших стадию рекультивации, должны быть менее жесткими, чем для нереккультивируемых почв. Это условие является одной из проблем при сертификации почв.

Таким образом, для развития в России экологической сертификации почв, прошедших стадию рекультивации, необходимо выполнение следующих условий:

- разработка и утверждение стандартов, в том числе опирающихся на существующие ПДК и ОДК, на почвы и грунты, прошедших стадию рекультивации, учитывающих последующее использование земель;
- создание единых методик определения стандартов качества для нереккультивируемых земель и почв, прошедших стадию рекультивации.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЧВЕННО-  
АГРОКЛИМАТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ РОССИИ  
ДЛЯ КАДАСТРОВЫХ ЦЕЛЕЙ

*Булгаков Д.С., Карманов И.И., Шишонакова Е.А.*

Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия  
bulgakov@agro.geonet.ru

Изменившиеся политические условия на территории СССР и формирование нового государства в границах Российской Федерации предопределили и изменение социально-экономических условий, введение рыночных отношений на основе частной собственности, в том числе и на землю, как объект недвижимости. Формирование рынка земельных отношений вызвало необходимость разработки новых методологических подходов при оценке почв пахотных земель **для кадастровых целей**. В последние годы в Почвенном институте им. В.В. Докучаева проводились работы по совершенствованию методики почвенно-агроклиматической оценки пахотных угодий России.

В методике решаются следующие задачи: 1) оценить почвенно-агроклиматический потенциал пахотных земель; 2) оценить в баллах бонитета относительные условия возделывания ведущих сельскохозяйственных культур с учётом биологических требований каждой из них.

Под **оценкой почв земель** пахотной территории **России для кадастровых целей** понимается **определение** их ценности как природного ресурса, а также степени соответствия почвенно-агроклиматического потенциала земель пахотной территории биологическому потенциалу ведущих сельскохозяйственных культур в границах участка, поля, землепользования, административной единицы, разного уровня, на территории которых они возделываются.

Первые разработки алгоритмов количественной оценки почв земель пахотной территории были предприняты в конце XX века (Карманов, 1980). На основе этого подхода были разработаны формулы количественной оценки земель пахотных территорий с преобладанием зональных почв, на которых возделывается группа сельскохозяйственных культур (зерновых), а также отдельно формулы для сахарной свеклы, подсолнечника, многолетних и однолетних трав.

В 1982 году был разработан первый вариант почвенно-экологического индекса (Карманов, Фриев), который затем был доработан И.И. Кармановым (1991).

Почвенно-экологический индекс (ПЭИ) разрабатывался в те годы, когда проводились массовые почвенные, агрохимические и другие обследования, и была возможность включать в алгоритм ПЭИ ряд дополнительных данных.

В настоящей работе оценка почвенно-агроклиматического потенциала земель пахотной территории для возделывания ведущих сельскохозяйственных культур в соответствии с их биологическим потенциалом проводится с использованием почвенно-агроклиматического индекса (ПАКИ), являющегося модификацией ПЭИ (Карманов, Булгаков, 2007).

Разработки ПЭИ и ПАКИ имеют уже историю и теоретическую основу (Карманов, 1976, 1980, 1990, 1991, 2003; Карманов, Фриев, 1982; Карманов, Булгаков, 1989, 1997, 2007; Булгаков, 2002).

Оценка с использованием ПАКИ имеет свои особенности, а именно определение степени соответствия биологического потенциала сельскохозяйственных культур почвенно-агроклиматическому потенциалу пахотных земель, на которых целесообразно их возделывать.

Важность учета биологических требований культурных растений к условиям окружающей среды ранее подчеркивали такие ученые как И.А. Стебут (1882), Н.И. Вавилов (1940), Д.Н. Прянишников (1952), Т.С. Мальцев (1971), а сейчас подчеркивают И.И. Карманов (1980), А.А. Жученко (1990), В.И. Кирюшин (2000) и другие.

За период с 1980 г. изменилась территория со 100-балльной оценкой, так как ранее оценка проводилась для территории пахотных земель СССР, а не для России.

Для разработки алгоритмов количественной оценки пахотных земель была использована реально сопоставимая урожайность сельскохозяйственных культур за период 1971-1987 годов. В этот период достигнут наиболее высокий (для условий РСФСР в составе СССР) экономический уровень сельскохозяйственного производства и еще не начались значимые социально-экономические изменения, произошедшие в последующий период, и последующее быстрое сокращение посевных площадей. Для получения сопоставимой урожайности была использована методика относительного выравнивания экономических условий сельскохозяйственного производства с учетом региональных почвенно-климатических особенностей территории (Карманов, 1980). В настоящее время для использования в кадастровых целях, а также для адаптивно-ландшафтного земледелия, возникла необходимость уточнить формулы взаимосвязи почвенно-экологических показателей и продуктивности ряда, ранее определенных культур, расширить перечень ведущих сельскохозяйственных культур, вычислить для них, соответственно, алгоритмы, в частности отдельно для всех основных зерновых культур.

Помимо обработки справочно-фондовых данных по урожайности были изучены требования разных культурных растений к условиям окружающей среды по литературным материалам (включая фундамен-

тальную работу П.П. Вавилова, 1986), справочным и другим материалам. При разработке алгоритма были использованы также агроклиматические материалы, главным образом, в отношении влияния тепло- и влагообеспеченности на рост и развитие растений, а также данные о континентальности климата (Шашко, 1985; Карманова, 2000, 2006). Ниже приводится пример расчета баллов бонитета для озимой пшеницы с использованием ПАКИ.

Балл бонитета рассчитывают на основе следующего алгоритма:

$$B_{no} = 8,0 \times V_{zk} \times M \times L \times \frac{(\sum t > 10^{\circ}C + t_n) \times (KU - 0,02 + K_n)}{KK + 60}, \text{ где}$$

$B_{no}$  – балл бонитета для озимой пшеницы; 8,0 – постоянный множитель (коэффициент пропорциональности);  $V_{zk}$  – генетический коэффициент на свойства почв (рассчитывается через плотность почв; генетический коэффициент типичного чернозема принят за 1,0);  $M$  – гранулометрический состав почвы (коэффициент для этого показателя определяется по специальной таблице);  $L$  – учитываемые лимитирующие свойства (определяются по специальным таблицам);  $\sum t > 10^{\circ}$  – годовая сумма температур выше  $10^{\circ}$ ;  $t_n$  – поправка на сумму температур в зависимости от крутизны и экспозиции склона, широты местности, рассчитывается по специальным формулам;  $KU$  – коэффициент увлажнения (величина  $KU$  больше 0,90 принимается равной 0,90);  $K_n$  – поправка к величине  $KU$  на крутизну и экспозицию склонов (рассчитывается по специальным формулам);  $KK$  – коэффициент континентальности климата (величина  $KK$  больше 200 принимается равной 200).

При этом за 100 баллов приняты показатели  $V_{zk} = 0,80$ ;  $\sum t > 10^{\circ} = 3470$ ,  $KU = 0,82$ ,  $KK = 162$ . Эти агроклиматические показатели характерны для территории распространения слабовыщелоченных черноземов (сверхмощных и близких к ним) в центральной части Краснодарского края к северу от реки Кубань.

Для определения балла бонитета озимой пшеницы используются  $V_{zk}$  дерново-подзолистых почв ( $П^1$ ) – 0,68; светло-серых лесных ( $Л_1$ ) – 0,75; серых лесных ( $Л_2$ ) – 0,83; темно-серых лесных ( $Л_3$ ) – 0,87; черноземов оподзоленных ( $Ч^{оп}$ ) – 0,91; черноземов выщелоченных ( $Ч^в$ ) – 0,96; черноземов типичных ( $Ч^т$ ) – 1,0; черноземов обыкновенных ( $Ч^о$ ) – 0,96; черноземов южных ( $Ч^{ю}$ ) – 0,93; темнокаштановых почв ( $К_3$ ) – 0,87; каштановых почв ( $К_2$ ) – 0,80. Для предкавказских аналогов типичных черноземов –  $V_{zk} = 1,0$ .

Баллы бонитетов по озимой пшенице для «нормально» развитых почв оптимального гранулометрического состава без лимитирующих факторов варьируют от 100 (черноземы слабовыщелоченные сверхмощные центральной части Краснодарского края) до 40 и ниже (темнокаштановые почвы Волгоградской области).

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАСПОРТИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И  
ОПТИМИЗАЦИИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНО-  
ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЧВ И ХОЗЯЙСТВ<sup>1</sup>

*Васенев И.И., Фисенко В.И.*

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия,

Vasenev@timacad.ru

Широкое распространение и быстро растущее многообразие современных высокоточных технологий земледелия предъявляют жесткие требования к рациональному выбору и соблюдению необходимых и достаточных почвенно-агроэкологических условий их эффективного применения. Строгое соблюдение этих условий в широкой практике современного российского земледелия осложняется повышенной агрогенной дифференциацией почвенного покрова, значительной неопределенностью погодно-климатических прогнозов, высокой динамикой цен и агроэкологических проблемных ситуаций, резко выраженным дефицитом финансовых средств – доступных массовому сельхозтоваропроизводителю.

Россия в технологических вопросах современного земледелия значительно отстала от экономически развитых стран – не смотря на свою богатую историю детальных исследований структур почвенного покрова (СПП) и варьирования плодородия. Между тем, открытые условия современного технологического и продовольственного рынка, преобладание крупных сельскохозяйственных производителей и традиционная унификация производства, жесткий дефицит материально-технических средств и необходимость массового обновления машинного парка – создают хорошие предпосылки для ускоренного развития и внедрения в России перспективных технологий информационного обеспечения земледелия (табл. 1).

---

<sup>1</sup> При частичной поддержке РФФИ, грант № 08-04-00956

Таблица 1.

Актуализация проблем и методологические основы агроэкологической  
паспортизации земель и агротехнологий в условиях России

| Активизация социально-экономического спроса                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Методологическая база исследований                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Актуальные проблемы оптимизации землепользования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Локально идущая технологическая революция и модернизация АПК;</li> <li>- Рост рентабельности и капитализации землепользования сельскохозяйственных производителей;</li> <li>- Возрастание «цены» агроэкологических и экономических рисков земледелия;</li> <li>- Востребованность агроэкологических прогнозов и эффективного планирования землепользования;</li> <li>- Растущий спрос на программы агроэкологической оптимизации земледелия и землепользования.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Теория структуры почвенного покрова (СПП);</li> <li>- Теория агропедогенеза и методы количественного анализа ЭПП*;</li> <li>- Методология агроэкологической оценки и типизации земель;</li> <li>- Агроэкологические модели продукционного процесса;</li> <li>- Зональные модели земледелия и региональные регистры агротехнологий;</li> <li>- Методология проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия;</li> <li>- Геоинформационные и экспертные системы.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Агроэкологическая типизация элементарных СПП;</li> <li>- Разработка районированных шкал и нормативов агроэкологической оценки почв и земель;</li> <li>- Разработка, верификация, локализация алгоритмов и моделей агроэкологической оценки СПП;</li> <li>- Агроэкологическое нормирование и экспертиза проектов землепользования;</li> <li>- Создание экспертных информационно-аналитических систем агроэкологической оценки земель;</li> <li>- Геоинформационно-методическое обеспечение агроэкологической оптимизации земледелия и землепользования.</li> </ul> |

\*ЭПП - элементарные почвообразовательные процессы

Статический анализ и паспортизация агроэкологического качества земель предполагает системное исследование, свертывание и интерпретацию разноплановой информации по структуре почвенного покрова, базовым морфогенетическим, гидрофизическим, агрофизическим, физико-химическим, агрохимическим, биохимическим характеристикам почв, типу и форме макро-, мезо- и микрорельефа, почвообразующих пород, грунтовых вод, структуре земельных угодий и севооборота, применяемым агротехнологиям и истории полей (включая данные по набору и урожайности выращиваемых культур, дозам применения

минеральных, органических удобрений и мелиорантов).

Динамический анализ агроэкологического качества земель и результатов применения агротехнологий требует развития агроэкологических моделей продукционного процесса, педодинамических моделей миграции и трансформации почвенных растворов питательных элементов (и поллютантов) по профилю почвы и за его пределами, трансферных функций преобразования относительно более доступной почвенной и ландшафтной информации в основные диагностические параметры качества почв, элементарных СПП и земель.

Выбор оптимальной культуры (сорта) для условий текущего года и конкретного участка предусматривает множественное решение оптимизационных задач при анализе пред- и предпредшественников, текущего и прогнозируемого агроэкологического состояния земель, сравнительной эффективности применения разноуровневых агротехнологий – на фоне значительной погодной, ценовой и организационно-технологической неопределенности.

Созданные за последние десятилетия учение о структуре почвенного покрова (Фридланд, 1972; 1984), системы почвенно-географического и природно-сельскохозяйственного районирования (Добровольский, Урусевская, 1984; 2004), зональные системы земледелия и региональные регистры агротехнологий, методология агроэкологической оценки земель (Козловский, 2003) и проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия («Агроэкологическая оценка земель, проектирование...», 2005) – сформировали методологическую основу агроэкологической паспортизации земель и оптимизации агротехнологий с учетом регионально-провинциальных, литолого-геоморфологических, агротехнологических и функционально-экологических особенностей почвенного покрова конкретного поля и хозяйства.

Первоочередными задачами становятся агроэкологическая типизация элементарных структур почвенного покрова (Сорокина, 2006), формирование районированной системы агроэкологических нормативов оценки почв и земель (желательно, с дифференциацией по основным сельскохозяйственным культурам и группам сортов – «Агроэкология...», 2004; Васенев и др., 2004), разработка, верификация и локализация основных алгоритмов и моделей оценки, создание экспертных информационно-аналитических систем агроэкологической оценки земель и оптимизации землепользования рамочного типа (framework) – с легко реализуемой возможностью их поэтапной детализации и модификации (Васенев и др., 2010).

Повышенная актуальность разработки и районирования базовых элементов информационно-аналитических систем по агроэкологи-

ческой оптимизации землепользования обусловлена необходимостью оперативного решения комплексных задач проектирования и корректировки ключевых технологических операций. Одной из ключевых задач является автоматизация расчета агроэкологически оптимальных доз удобрений – обеспечивающих оптимальную рентабельность и минимальные риски сельскохозяйственного производства – с учетом реального разнообразия почвенного покрова и результатов комплексного анализа качества земель по материалам их электронных агроэкологических паспортов.

Ее реализация в программах ЛИССОЗ (Локальная информационно-справочная система по оптимизации земледелия в хозяйстве, регистрационный № 2005610898), ЛИССОЗ-Н и АКОРД (Автоматизированный комплекс агроэкологической оптимизации районированных систем земледелия) основана на использовании известных методических подходов и рекомендаций по оценке ресурсных и лимитирующих факторов плодородия (Козловский, 1991; Кирюшин, 1996; «Агроэкологическая оценка...», 2005; Сорокина, 2006), расчету рациональных доз удобрений («Методические указания...», 2000; Жуков, Батура, 2010) и автоматизированной оценке земель и землепользования (Войта, 2000; Васенев и др., 2004; 2010; 2010а).

#### ПРОБЛЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДНАЗНАЧЕНИЯ В УКРАИНЕ

<sup>1</sup>Майстренко Н.И., <sup>1</sup>Треков В.А., <sup>2</sup>Майстренко А.Н.

<sup>1</sup>Государственный центр охраны плодородия почв, г. Киев, Украина

<sup>2</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченка, г. Киев, Украина, mayster37@yandex.ru

В Украине министерством аграрной политики внедряется процедура добровольной сертификации земель сельскохозяйственного назначения. Разработаны отраслевые стандарты на выполнения этих работ. В нормативных документах определены главный орган сертификации земель (почв) сельскохозяйственного назначения (Государственный технологический центр охраны плодородия почв), региональные центры, измерительные (аналитические) лаборатории, аудиторы, научно-методический и информационный центр.

Главной целью сертификации земель является получение независимой от заинтересованных сторон объективной информации относительно качества почв земельных участков. Эта процедура необходима при купле-продаже земельных участков, передаче их в аренду и воз-

возвращении владельцу после аренды, определении пригодности почв для получения продовольственного сырья, для производства продуктов детского и диетического питания. Все это в конечном итоге должно способствовать эффективному использованию земель и сохранению их плодородия.

В тоже время следует отметить, что экологически благоприятное состояние почв еще не является достаточным показателем, обеспечивающим получение продукции, которая отвечает медико-биологическим и санитарным требованиям. На качество продукции существенно влияют технологии выращивания сельскохозяйственных культур и содержания животных, а особенно хранения и переработка сырья.

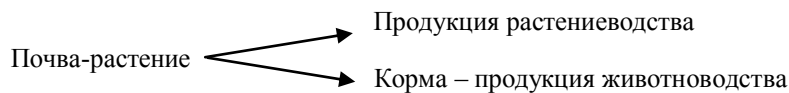
В связи с этим сертификация земель в перспективе должна стать составной частью общей процедуры обязательной сертификации хозяйства на производство определенного вида продукции.

Агроэкологическая ситуация в Украине характеризуется большим разнообразием почвенно-климатических условий и загрязнения территории. Поэтому к сертификации хозяйств следует подходить дифференцировано, с выдачей отдельных сертификатов на производство органической продукции, продовольственного сырья, пригодного для производства продуктов специального назначения (детского и диетического питания, питания беременных, больных, и людей пожилого возраста), продовольствия общего назначения, технических культур и возделывание культур на загрязненных территориях.

В тоже время следует отметить, что серьезным препятствием для внедрения сертификации выступают большие финансовые расходы на подготовку документации и продолжительная процедура их оформления при определенном риске отказа в выдаче сертификата и четкого определения экологических или других преимуществ, которые будут иметь землепользователи после проведения этой процедуры.

Большой проблемой при оценке агроэкологического состояния почв является отсутствие по многим показателям нормативов допустимого их содержания в почве, а существующие ГДК не отражают сущности вопроса. Например, при содержании свинца в зоне геохимической аномалии (Закарпатская обл.), достигающей 150 мг/кг, его содержание в растительной продукции не превышает максимально допустимых уровней (МДУ). В тоже время в почвах других регионов при содержании этого элемента, не превышающем фоновых значений, в подсолнечнике и продуктах его переработки имеет место превышение МДУ.

В связи с этим считается, что рассматривать агроэкологическое благополучие почв при сертификации земельных участков следует только в едином звене:



Большое разнообразие почвенно-климатических условий, интенсивности загрязнения почвы и номенклатуры загрязнителей не оставляет каких-либо надежд на возможность разработки ГДК на содержания не только отдельных, а тем более комплекса токсических веществ в почве.

Решение этого вопроса мы видим не столько в разработке ГДК токсических веществ в почве, сколько в определении качества растительной продукции на сертифицируемом земельном участке и выдаче сертификата на возможность производства того или иного вида продукции.

#### КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЧВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СЕРТИФИКАЦИИ

*Макаров О.А., Кулачкова С.А., Васенев В.И., Макаров А.О.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
oa\_makarov@mail.ru

В соответствии с Федеральным законом от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» благоприятной окружающей средой является «...окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов» (статья 1). По аналогии с этим был предложен свой вариант определения качества почвы. Это – «...комплекс почвенных свойств, определяющий степень их соответствия природно-климатическим условиям почвообразования и пригодности для устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов» (Макаров, 2002; 2003; Макаров, Каманина, 2008). Таким образом, ключевым моментом в определении экологических нормативов, оценке качества почв и их экологической сертификации является определение того, насколько «успешно» почвенный покров «справляется» со своими функциями поддержания устойчивого функционирования экологических систем.

Как известно, среди функций почвы, как в отдельных экосистемах, так и окружающей среде в целом наиболее существенными являются экологические, природорегулирующие и производственные (Добровольский, Никитин, 1986, 1990, 2000; Макаров, 2002). Следует отметить, что при изучении этих функций, а, следовательно, и при оценке качества и экологической сертификации почв, необходимо учитывать

преимущественный вид использования земельных участков (или их категориальную принадлежность). Так, для почв промышленных и санитарно-защитных зон особое внимание необходимо уделять тому, как почвенный покров выполняет природорегулирующую функцию по поглощению различного рода загрязнителей, а для почв пахотных угодий на ведущее место выходит важнейшая производственная функция по обеспечению существования, роста и развития растений в агроэкосистемах. Естественно, что и критерии оценки качества почв в каждом из приведенных случаев могут быть различными: для промышленных земель – способность поглощать загрязняющие вещества (свойства: емкость поглощения, гранулометрический состав, содержание тяжелых металлов, ПАУ, ПХБ, радионуклидов и др.), для сельскохозяйственных угодий – плодородие (свойства: содержание элементов минерального питания растений, гумуса, кислотность и др.).

Исходя из сформулированных подходов, была разработана и утверждена в 2008 году Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии «Система добровольной сертификации почв земель различных категорий, почвогрунтов и их компонентов по экологическим требованиям «Экотерра»». Указанная Система уже включает «Правила сертификации почв земель сельскохозяйственного назначения», готовятся правила сертификации почв других категорий земель.

Опираясь на эколого-функциональный подход, при определении нормативов качества почв земель сельскохозяйственного назначения для Системы сертификации «Экотерра» учитывались и зонально-биоклиматические условия почвообразования. Так, нормативы качества разрабатывались отдельно для сельскохозяйственных почв степной зоны (черноземы и каштановые почвы) и таежно-лесной зоны (подзолистые и серые лесные почвы). Указанная работа проводилась путем экспертной оценки базовых монографий в области географии почв и агроэкологической оценки земель (Добровольский, Урусевская «География почв», 2006; «Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий», под редакцией академика РАСХН В.И. Кирюшина и академика РАСХН А.Л. Иванова, 2005).

## СЕРТИФИКАЦИЯ ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩИХ ПОЧВ И ГРУНТОВ

*Можарова Н.В., Кулачкова С.А.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,  
nvm47@list.ru, kulachkova\_sa@inbox.ru

Сертификация газогенерирующих почв и грунтов необходима при широкомасштабном строительстве жилых массивов, промышленных и энергетических комплексов. Согласно специфике названных почв и грунтов она должна проводиться в первую очередь по пожаро-взрывоопасным, экологическим и эколого-функциональным требованиям. Разработаны нормативы по содержанию углеводородных газов и углекислого газа в почвах, грунтах, атмосфере (СП 11-102-97, ГН 2.2.5.2100-06, ГН 2.1.6.2309-07, “Антропогенные почвы”, 2003). Однако до сих пор отсутствуют нормативы по утилизации (биологическому окислению метана), эмиссии метана в атмосферу, трансформации метана в почве и переносе образовавшегося  $\text{CO}_2$  в атмосферу (эмиссии углекислого газа).

Микробиологическое образование метана – широко распространенный в природе процесс, протекающий в восстановительных условиях при повышенной влажности и содержании органического вещества. Наиболее интенсивно процессы микробиологического образования метана идут в переувлажненных ландшафтах (болотах, заболоченных почвах, рисовниках), в рубце жвачных животных, термитниках. Главными техногенными источниками образования метана являются бытовые и промышленные отходы.

Образовавшийся метан диффундирует в аэробную зону. Почвы и грунты адсорбируют газы с помощью процессов молекулярной сорбции, депонируют в поровом пространстве, используя механизмы диффузионной проницаемости. Интенсивность названных процессов зависит от влажности, пористости аэрации, общей пористости и дисперсности почв и грунтов. Метан слабо растворяется в почвенной и грунтовой влаге в зависимости от температурных параметров.

Метан окисляется специфической группой микроорганизмов, представляющей собой бактериальный фильтр. Его функционирование значительно снижает концентрацию метана в почво-грунтах, препятствуя эмиссии в атмосферу. В случае неполного окисления метана микроорганизмами при повышении температуры почв и грунтов метан эмитирует в атмосферу.

Окисление метана сопровождается выделением диоксида углерода. Образование метана в анаэробных условиях, транспорт его в аэробную зону, окисление метана специфической группой аэробных

микроорганизмов, результатом чего является выделение диоксида углерода, получили в науках о природе название цикла Зенгена.

На основе многолетних исследований, проведенных нами на газоносных территориях с энергетическими объектами и урбанизированных участках с газогенерирующими насыпными грунтами, для оценки био- и газогеохимического состояния почв и почвоподобных тел и установления их экологической безопасности при функционировании в городской среде предлагается использовать комплекс показателей, таких как: активность биологического образования и окисления метана, содержание метана и углекислого газа в почвенно-грунтовой атмосфере, эмиссия метана и углекислого газа в атмосферу, содержание метана и углекислого газа в приземной атмосфере. Для сертификации городских земель необходимо, чтобы все перечисленные показатели имели оценочные критерии и были выявлены допустимые значения, характеризующие экологически безопасное функционирование расположенных на них почв и поверхностных почвоподобных образований.

Нами разработаны оценочные шкалы активности биологического образования и окисления метана для почв и почвоподобных тел дерново-подзолистой зоны. Так, *низкая* активность образования метана соответствует величинам, характерным для автоморфных незагрязненных почв и не приводит к накоплению метана выше 2-х ppm, *средняя* – для полугидроморфных почв, *высокая и очень высокая* – для гидроморфных почв, в которых содержание метана достигает аномальных значений и выше. *Низкая* активность окисления метана соответствует величинам, характерным как для фоновых автоморфных почв, где практически отсутствуют автохтонные источники метана, так и для гидроморфных почв, где складываются неблагоприятные для жизнедеятельности аэробных метанотрофов восстановительные условия. *Средняя* активность окисления метана характерна для полугидроморфных почв с переходными окислительно-восстановительными условиями, оптимальными для образования и окисления метана. Величины выше средних встречаются только на территориях с дополнительным подтоком аллохтонного метана, поэтому *высокая и очень высокая* активность окисления метана показатель наличия газоносных или газогенерирующих слоев.

Для оценки содержания метана и углекислого газа в почвах, почвоподобных телах и грунтах можно пользоваться грациями, приведенными в СП 11-102-97.

Граций по интенсивности эмиссии метана и углекислого газа в атмосферу в СП 11-102-97 не приводится, они были разработаны нами на основе анализа литературных данных. *Низкой* эмиссией рекомендуем считать величину эмиссии газов, наблюдаемую в автоморфных природных незагрязненных почвах, аналогичная ей будет допустима и для

безопасных почв и почвоподобных тел в городе. Увеличение эмиссии газов от *средней* к *высокой* и *очень высокой* наблюдается при одновременном росте увлажнения (в случае метана) и содержания органического вещества в почвах (в случае и метана, и углекислого газа).

Для содержания метана и углекислого газа в атмосфере верхней границей *низкого* интервала концентраций нами взято современное среднее для планеты (и для РФ) содержание газов в атмосфере (Обзор..., 2008). Границы интервалов *среднего* и *высокого* содержания соответствуют гигиеническим нормативам, принятым в РФ. *Очень высоким* считается содержание в атмосфере, превышающее ПДК.

Оценив каждый из био и газогеохимических показателей, присвоив им соответствующие шкале баллы, необходимо провести комплексный экспертный анализ и установить степень экологической опасности исследуемого объекта. Для этого в первом приближении нами разработана схема, в которой учитываются баллы всех рассмотренных выше показателей, и определяется степень газопроявления в почвогрунтах. При этом учитывается источник поступления газов (автохтонный - если газы образуются в теле рассматриваемого грунта; аллохтонный - в случае поступления газов от нижележащих грунтов; смешанный автохтонный и аллохтонный) и стадия разложения органических веществ в грунте (*диоксид углеродная* – начальная стадия разложения органического вещества с интенсивным выделением CO<sub>2</sub>, предшествующая стадии образования метана и *биогазовая* – анаэробная стадия одновременно метановой и диоксид углеродной генерации). Выделены следующие типы газопроявления: низкое (без разделения), среднее, высокое и очень высокое автохтонное диоксид углеродное; среднее, высокое и очень высокое автохтонное биогазовое; среднее, высокое и очень высокое аллохтонное биогазовое; высокое и очень высокое смешанное биогазовое. *Экологически безопасными* можно считать почвы, почвоподобные тела и техногенные грунты с низким и средним газопоявлением, *экологически безопасными с ограничениями в использовании* (не подвергать переуплотнению и запечатыванию) – с высоким и очень высоким автохтонным газопоявлением, *экологически опасными* – с высоким и очень высоким аллохтонным и смешанным биогазовым газопоявлением.

Литература:

ГН 2.2.5.2100-06 “Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны”, 2003

ГН 2.1.6.2309-07 “Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, 2008”

Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Смоленск: Ойкумена, 2003, 268 с.

Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2006 г. Росгидромет, 2008, 84 с.  
<http://downloads.igce.ru/publications/reviews/fon2006.pdf>  
СП 11-102-97 “Инженерно-экологические изыскания для строительства”

## ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ И ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

*Подколзин А.И.*

Федеральное государственное учреждение  
государственный центр агрохимической службы «Ставропольский»,  
г. Михайловск, Россия, [stavhim@mail.ru](mailto:stavhim@mail.ru)

Актуальность решения проблем сохранения почв как незаменимого компонента биосферы и как основного средства производства в сельском хозяйстве Ставрополя в последние годы не снижается, а возрастает.

Это связано с тем, что воздействие негативных процессов на почву в виде водной и ветровой эрозии, подтопления, засоления, агрохимической деградации, опустынивания, загрязнения химическими веществами уменьшить не удастся.

Так, только летом 2010 года по результатам обследований установлено, что с двух полей площадью 260 га в Грачевском районе за 2 дня ливневых дождей смыто более 70 тыс. тонн почвы. В Благодарненском районе в это же время потери почвы, по данным специалистов районного управления сельского хозяйства, достигли 680 тыс. тонн с площади пашни 199 тыс. га.

И в целом по краю площадь деградированных земель растёт. Средоразрушающие антропогенные факторы играют в этом решающую негативную роль.

Отдельные меры и мероприятия, предпринимаемые властью и землепользователями, как на региональном, так и на федеральном уровнях должного эффекта по сохранению почвенного покрова не дают.

В настоящее время в Ставропольском крае делаются попытки по созданию и обеспечению успешного функционирования комплексной региональной системы сохранения почв и рационального землепользования.

Основные блок-компоненты системы:

1. Законы и другие нормативно-правовые акты;
2. Мониторинг состояния плодородия почв;

3. Банк информационных ресурсов;
4. Программа сохранения и повышения плодородия почв;
5. Научно-методическое обеспечение.

Важными звеньями этой системы являются:

- паспорт качества почв земельного участка;
- правила рационального использования земель сельскохозяйственного назначения;
- территориальный проект рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в границах сельского муниципального образования;
- проект рационального использования сельскохозяйственных угодий конкретного землепользователя;

Паспорт качества почв земельного участка, который сейчас выдаётся землепользователям в соответствии с законом Ставропольского края и приказом Министерства сельского хозяйства Ставропольского края имеет следующее содержание:

1. Адресная часть
2. Специальные сведения о земельном участке
3. Состояние почв земельного участка
4. Степень развития негативных процессов
5. Гумусное состояние
6. Обеспеченность почв элементами питания
7. Оценка динамики гумусного состояния, наличия питательных веществ и реакции среды почвенного раствора
8. Агрохимические паспорта полей
9. Рекомендации по сохранению и повышению плодородия земель сельскохозяйственного назначения
10. Интегральный показатель плодородия почв.

Правила рационального использования земель и Проекты в настоящее время проходят экспертное обсуждение среди учёных и практиков.

Несмотря на то, что у исполнительной и законодательной властей края есть понимание того, что даже в условиях рыночной экономики, земля требует разумного управления, а землепользование — ограничений для гармонизации экономических, социальных, культурных и экологических интересов, наличие ряда нерешенных задач по каждому блок-компоненту системы существенно снижает эффективность её функционирования.

Прежде всего, крайне несовершенно нормативно-правовое регулирование сохранения почв и рационального землепользования при распределении полномочий и ответственности между федеральными,

региональными, муниципальными властями и землепользователями, между различными министерствами и ведомствами.

В Федеральных и региональных Программах по сохранению плодородия почв финансовые средства направляются на различные мероприятия без должного научного обоснования.

Что касается научных проблем по сохранению почвенного покрова, то нельзя не согласиться с утверждением: «Отсутствие ощутимых сдвигов в реальной практике сбережения почвенного богатства Земли во многом связано с фактическим отсутствием данной теории, с отставанием в развитии и совершенствовании природоохранной парадигмы в целом...» (Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. М.: «НАУКА» МАИК «НАУКА/ИНТЕРПЕРИОДИКА», 2000. 190 С.).

#### СИСТЕМА СТАНДАРТОВ КАЧЕСТВА ПОЧВ В УКРАИНЕ

*Позняк С.П.*

Львовский национальный университет имени Ивана Франко, Львов,  
Украина, kfgeogrun@franko.lviv.ua

Интенсификация использования природных ресурсов, нарушение и разрушение природоохранных систем, загрязнение окружающей среды, чрезмерная техногенная нагрузка и вызванные ими чрезвычайные ситуации и аварии привели к тому, что экологические проблемы стали одними из актуальных и острейших проблем сего времени, как мирового, так и государственного и регионального уровней.

Очень важную роль в современных условиях развития науки и техники имеет применение прогрессивных методов и средств экологического контроля состояния окружающей среды при решении проблем ее охраны для обеспечения гармонизации принципов и методов с мировыми требованиями.

Проведение экологического контроля требует знаний и владения методами анализа, правильного отбора образцов для анализа, подготовки и проведения исследований, математической обработки результатов, использование ГИС-технологий и проведение некоторых других операций, которые находятся в стандартах и нормативных документах. Комплекс метрологического и нормативного обеспечения поможет получить реальную информацию о состоянии среды, определить необходимые единицы физических величин, проводить измерения содержания ингредиентов в объектах среды. Стандарты содержат краткое согласованное изложение информации относительно современной технической

практики и служат средством передачи технологической информации, характеризуют технологию четким, емким языком и отражают взгляды экспертов из всего мира. На сегодняшний день стандарты – это стратегические деловые проблемы первого порядка, которые касаются таких жизненно важных проблем как качество, экологическая ответственность, выход на мировые рынки и прочие.

Стандартизация в условиях рыночной экономики, развитие международной торговли и родственной с ней видов деятельности, научно-информационного прогресса является уникальной сферой общественной деятельности. Она синтезирует в себе научные, технические, хозяйственные, экономические, юридические, эстетические и политические аспекты.

В последние десятилетия проблемы качества почв уделяется особое внимание. За исследованиями профессора З.Г. Гамкало (2009) в Украине остается господствующим понятие “агрономического” качества почв как способности к плодородию. Однако мировой опыт и современные исследования показывают, что для индикации экологического качества почв необходимо искать упрощенные и доступные методические подходы, как общепринятые в первичной клинической диагностике состояния живых организмов. Для оценки качества почв рекомендуется минимальный набор показателей, разработаны специальные тесты-наборы для полевой экспресс-диагностики.

Охрана и сохранение почв в Украине регламентируется системой стандартов исследованием почв вообще, а также качеством почв – их физическими, химическими, физико-химическими, биологическими, гидрологическими и другими свойствами.

Система стандартов качества почв в Украине рассматривается в соответствии с Украинским классификатором нормативных документов (УКНД) и каталогами нормативных документов, в которых все стандарты разделены на группы и подгруппы за иерархическим трехуровневым признаком. Эта система стандартов рассматривает не только качество почв вообще, показатели и свойства, а устанавливает термины и определения главных характеристик и показателей, разрабатывает правила и требования относительно качества почв.

Качество почв регламентируется по стандартам, в которых рассматривается номенклатура показателей санитарного состояния почв, методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического и гельминтологического анализов и др.

Термины и определения качества почв согласно стандартам характеризуют почвы естественные, пахотные и антропогенно-измененные.

Стандарты устанавливают общие требования к составлению паспорта почвы отдельного почвенного выделения, определяют главные показатели ее плодородия для контролирования за состоянием почв, охраны от деградации, повышения их плодородия, рационального использования и общие требования к классификации почв относительно влияния на них химических загрязняющих веществ, классификация малопродуктивных угодий для землепользования.

Стандарт плодородия почв устанавливает показатели плодородия почв земельных участков сельскохозяйственного назначения. Положения этого стандарта необходимы для проведения контроля состояния плодородия почв, качества земельного участка, пригодность земель для разных способов использования, во время мониторинга и агрономической паспортизации земель сельскохозяйственного назначения, а также создания агрохимических баз данных.

Стандарты санитарного состояния почв регламентируют номенклатуру показателей и виды землепользований, для которых обязательным является применение показателей санитарного состояния почв – земли населенных пунктов, курортов и зон отдыха, зон санитарной охраны источников водообеспечения, санитарно-защитных зон предприятий, транспортных земель, сельскохозяйственных и лесных угодий.

Стандарты отбора и подготовки образцов устанавливают правила, последовательность и указания относительно отбора, обработки, сохранения почвы для исследований аэробных микробиологических процессов в лаборатории, методы отбора и подготовки образцов почв для химического, бактериологического и гельминтологического анализов.

Требования относительно охраны плодородного слоя почвы при проведении земляных работ обусловлены стандартом, в котором установлены характеристики извлеченной почвы и других почвенных материалов, регламентируют определение физических свойств почв.

На основании современной нормативной базы с учетом многолетнего опыта специалистов в области почвоведения, агрохимии и охраны почв в Украине после проведения нормоконтроля и экологической экспертизы утверждены “Методики определения состава и свойств почв” (кн. 1, 2004; кн. 2, 2005), которые апробированы в аккредитованных лабораториях и предназначены для использования выполнения измерений и анализа в аналитических подразделениях научных учреждений, предприятий, организаций.

Аттестованные методики выполнения измерений состава и свойств почв включают: выделение илистой фракции с почвы; определение содержания и качественного состава высокодисперсных глинистых минералов; определение гранулометрического состава почв; опре-

деление микроагрегатного состава почв; определение массовой части нефтепродуктов в почве; определение группового и фракционного состава гумуса; определение нитратов; определение обменного аммония; определение подвижного фосфора; определение содержания подвижных и прочносвязанных форм тяжелых металлов; определение активности ионов кальция и натрия в почвенных пастах; определение лабильного органического вещества; определение подвижного железа; определение обменного кальция, магния, натрия и калия; экспрессный метод определения емкости поглощения почв; определение карбонатов; определение активности ионов калия, аммония, нитратов, хлора и кальция; определение кислотно-основной буферности почв; определение калий-буферности почв; определение фосфат-буферности почв; определение структурно-агрегатного состава почв; определение плотности твердой фазы почв; определение общих форм азота, фосфора, калия в одной навеске растительного материала.

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ НА СЛУЖБЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

*Розенталь О.М., Копнова Е.Д.*

Институт водных проблем РАН, Москва, Россия, mos@mirq.ru

Не вызывает сомнений продуктивность для целей рационального землепользования таких видов деятельности, как сертификация и контроль качества почв и других земельных ресурсов. Однако на эффективность этих и других видов оценки соответствия решающим образом влияет несовершенство национальной базы норм, правил и стандартов, ее слабая гармонизация с международными требованиями.

Определенные надежды следует возлагать на один из технических регламентов – «О безопасности тракторов, сельскохозяйственных машин и машин для лесного хозяйства». Проект этого документа находится в высокой степени готовности, и Минпромторг России планирует принять его в виде нормативного правового акта федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию до 1.07.10 г. Кроме того, в целях обязательного подтверждения соответствия с учетом изменений, внесенных законом №261-ФЗ от 23.11.2009 г. в 184-ФЗ «О техническом регулировании», и появления с 1.07.2010 г. единого экономического пространства, предполагается принять следующие регламенты Республики Казахстан:

1. «О безопасности пестицидов (ядохимикатов) и удобрений» в статусе нормативного правового акта федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию

2. «О требованиях к сельскохозяйственной продукции» в том же статусе.

Вместе с тем, в настоящее время в основе экологической сертификации, в том числе в области рационального землепользования, остаются международные стандарты ИСО серии 14000, принятые в России в качестве национальных «методом обложки». К сожалению, большинство из них не актуализировано. Так, из принятых ИСО 22 важнейших стандарта серии ISO 14000 в России действует только 12, из которых 6 – устаревшие, т.е. уже за рубежом пересмотренные. Примеры приведены в следующей таблице.

| Обозначение              | На английском                                                                                                                               | На русском                                                                                                                                                         | ГОСТ Р (примечание)                    |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>ISO 14015:2001</b>    | Environmental management – Environmental assessment of sites and organizations (EASO)                                                       | Экологический менеджмент – Экологическая оценка участков и организаций                                                                                             | ГОСТ Р ИСО 14015 (проект не принят)    |
| <b>ISO 14040:2006</b>    | Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework                                                                 | Экологический менеджмент – Оценка жизненного цикла – Принципы и структура                                                                                          | ГОСТ Р ИСО 14040-99 (старая версия)    |
| <b>ISO/TS 14048:2002</b> | Environmental management – Life cycle assessment – Data documentation format                                                                | Экологический менеджмент – Оценка жизненного цикла – Формат документирования данных                                                                                | ГОСТ Р ИСО/ТУ 14048 (проект не принят) |
| <b>ISO/TR 14049:2000</b> | Environmental management – Life cycle assessment – Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis | Экологический менеджмент – Оценка жизненного цикла – Примеры применения ISO 14041 для определения цели и области исследования, а также инвентаризационного анализа | ГОСТ Р ИСО/ТО 14049 (проект не принят) |

Кроме того, Протоколом №19 от 04.03.08 г. заседания комиссии по техническому регулированию Минпромторга России был одобрен «Межведомственный план мероприятий по реализации концепции развития национальной системы стандартизации». Было предусмотрено «Провести мониторинг деятельности технических комитетов по стандартизации, при необходимости принять решение об их реструктуризации». В связи с этим национальный орган по стандартизации – Ростехрегулирование – в настоящее время подготовил Приказ о создании технического комитета по стандартизации "Управление окружающей сре-

дой", на который возлагаются функции по национальной, межгосударственной и международной стандартизации.

Структура комитета укрупнено приведена в следующей таблице.

| Наименование технического комитета (ТК)/подкомитета (ПК)                     | Соответствующие технические Комитеты (подкомитеты) ИСО/МЭК | Организация, которой поручается создание и ведение секретариата технического комитета | Специализация технического комитета по виду продукции, услуг                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                            | 3                                                          | 2                                                                                     | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| ТК "Управление окружающей средой"                                            | ИСО/ТК 207                                                 | ФГУ "Тест-С.-Петербург" 190103, Санкт-Петербург, ул. Курляндская, д. 1                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– организация разработки и экспертизы проектов национальных стандартов;</li> <li>– продвижение национальных стандартов РФ в качестве международных, участие в работе международных организаций по стандартизации;</li> <li>– подготовка предложений по разработке стандартов;</li> <li>– подготовка международных стандартов для передачи в Федеральный фонд;</li> <li>– участие в экспертизе проектов технических регламентов правил;</li> <li>– участие в подготовке перечней национальных стандартов и (или) сводов правил;</li> <li>– экспертиза стандартов организаций и подготовка по ним заключений;</li> <li>– подготовка курсов лекций и обучение специалистов.</li> </ul> |
| ТК/ПК N 1 "Экологический менеджмент"                                         | ИСО/ТК 207/ПК1                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ТК/ПК N 2 «Экологический аудит и соответствующие экологические исследования» | ИСО/ТК 207/ПК2                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ТК/ПК N 3 «Экологическая маркировка»                                         | ИСО/ТК 207/ПК3                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ТК/ПК N 4 «Оценка экологических показателей»                                 | ИСО/ТК 207/ПК4                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ТК/ПК N 5 «Оценка жизненного цикла»                                          | ИСО/ТК 207/ПК5                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ТК/ПК N 6 «Термины и определения»                                            | ИСО/ТК 207/ПК6                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ТК/ПК N 7 «Управление парниковыми газами и соответствующей деятельностью»    | ИСО/ТК 207/ПК7                                             |                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

В докладе рассмотрен научно-практический аспект работы организуемого комитета по стандартизации, и предложено Факультету почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова включиться в работу с целью актуализации солидной, но устаревшей базы национальных норм,

правил, стандартов, регламентирующих правила рационального землепользования.

КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ О  
ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Сапожников П.М., Ковалев Д.В.*

ФГУП «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ», Москва, Россия,  
sap-petr@yandex.ru

Эффективное использование земель сельскохозяйственного назначения не обеспечивается. Длительное время не удается остановить на этих землях негативные явления и процессы, значительно сокращаются площади обрабатываемых земель. Должным образом не осуществляется учет и инвентаризация земель, землеустройство и охрана угодий. Их использование и перевод в другие категории повсеместно осуществляются с нарушением земельного законодательства. По данным Контрольного управления при Президенте РФ в 2009 году ежегодный недобор только растениеводческой продукции из-за ухудшения использования земель составляет более 350 млрд. рублей. Для эффективного управления земельными ресурсами Российской Федерации с ее разнообразными природно-хозяйственными условиями, в целях разработки комплекса почвозащитных мероприятий и мероприятий по экономическому стимулированию собственников и пользователей в рациональном использовании и охране земель, крайне необходимы пространственно обобщенные, регионально систематизированные данные о количественном и качественном состоянии земель сельскохозяйственного назначения.

Данную информацию возможно аккумулировать при создании государственного информационного ресурса о землях сельскохозяйственного назначения. Создание государственного информационного ресурса предназначено для целей оценки, мониторинга и контроля земель сельскохозяйственного назначения. Актуальность создания государственного информационного ресурса по землям сельскохозяйственного назначения обозначена в Постановлении Правительства РФ от 30.07.2010 года.

Алгоритм реализации создания государственного информационного ресурса сводится к следующему:

- I. Создание единого реестра почв в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях.

II. Классификация земель сельскохозяйственного назначения для определения пригодности их в сельском хозяйстве.

III. Формирование цифровой картографической основы земель сельскохозяйственного назначения с установлением границ земельных участков.

Создание единого реестра почв в субъектах Российской Федерации и муниципальных образованиях с оценочными характеристиками (урожайности и затрат) для цели «прозрачности» определения стоимостных показателей земель.

В данный реестр будут включены почвы, расположенные в субъекте или муниципальном образовании РФ, их качественные характеристики: – содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, содержание физической глины, негативные факторы, влияющие на плодородие почв (засоленность, эродированность, уплотненность и т.д.). На основании шкал агроклиматического оценочного зонирования будет определена принадлежности той или иной почвы определенному классу земель и кадастровая стоимость в пределах классов. Данный реестр необходим для целей прогнозирования урожаев, кадастровой и рыночной оценки, рационального землепользования и проектов внутрихозяйственного землеустройства на агроландшафтной основе.

*Классификация земель сельскохозяйственного назначения для определения их пригодности в сельском хозяйстве.* Классификация представляет собой агропроизводственную группировку земель по пригодности для использования в сельском хозяйстве, уровню потенциального плодородия и лимитирующим его негативным факторам. Она базируется на информации о естественных признаках земель (свойства почв, климат, рельеф, естественная растительность, технологические свойства и прочее), которая содержится в материалах почвенных, геоботанических и других обследований и изысканий. Значительно расширен перечень свойств, уточняющих оценку. Дополнительно учтены водно-физические свойства почв в пределах метрового слоя, которые раньше не принимали во внимание. Оценка корректируется по доходности всех основных культур, которые могут возделываться на оцениваемом объекте, а также дополнительным затратам, связанным с поддержанием плодородия почв и применением специальных почвозащитных и /или иных технологий. Оценка возможной продуктивности земель различных классов пригодности с фактическими данными по использованию земель позволяют:

- считать земли 1-3 классов основным пахотным фондом, наиболее пригодным для производства товарной продукции;

- отнести земли 4 класса к переходным (малорентабельным). Они могут выборочно использоваться для производства товарной продукции;

- отнести пахотные земли 5 класса к малопродуктивным. Целесообразно использовать их в качестве улучшенных кормовых угодий;

- при необходимости земли 4 и 5 классов могут быть отнесены к малопродуктивным, при этом необходимо решать вопрос о переводе таких земель в менее интенсивные виды угодий (например, перевод из пашни в сенокосы или пастбища) или в другие категории земель (в соответствии с законом РФ № 172-ФЗ «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую»). Предложенная концепция была реализована в рамках национального проекта «Доступное и комфортное жилье гражданам Российской Федерации». Вокруг крупных городов были проведены работы по классификации земель, выделены малопродуктивные земли 5 класса и в соответствии с Законом о переводе земель осуществлен перевод их в земли населенных пунктов.

Информация распределения земель по классам дает объективное представление о качестве земель России. Ее можно использовать для выявления и охраны лучших и особо ценных земель, для принятия других управленческих решений на уровне ведомств и Правительства Российской Федерации, например для конкретных объектов эффективного приложения капитала. Периодическое обновление материалов (каждые 5-10 лет) позволит следить за состоянием земельного фонда, выявлять и устранять негативные тенденции, свидетельствующие об ухудшении качества земель. Полученная информация дает возможность показать «движение» земель по классам, придавать ей мониторинговый характер.

Формирование цифровой картографической основы земель сельскохозяйственного назначения с установлением границ земельных участков.

Этапы работ при формировании цифровой картографической основы необходимо выстроить следующим образом:

1.1. Исходной информацией для векторизации материалов, служат карты почвенных обследований М 1:10000 или 1:25000.

1.2. Для точного позиционирования используется слой «кадастровое деление» из БД ГКН.

1.3. После создания БД в ГИС выполняется векторизация границ почвенных контуров.

1.4. Результатом работ является совмещение слоя «Границы земельных участков», из БД ГКН, со слоями «Кадастровое деление» и «Границы почвенных контуров».

1.5. Атрибутивная информация включает параметры почвенных контуров в составе: код почвенного контура; наименование почвы, балл

бонитета почвенного контура; физико-химические свойства почвенного контура; морфометрические свойства почвенного контура.

Создание цифровой картографической основы земельных участков, поставленных на государственный кадастровый учет, позволит пространственно определить местоположение земельного участка на карте и соотнести его местоположение и качественное состояние.

Для целей мониторинга и контроля за качественным состоянием земель необходимо создание **актуализированного паспорта плодородия земельного участка**.

Паспорт плодородия земельного участка является документом, характеризующим уровень почвенного плодородия и его изменения в процессе хозяйственного использования земельного участка. Паспорт плодородия земельного участка оформляется на основе результатов проведения специализированной организацией почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований и передается собственникам, землевладельцам, землепользователям и (или) арендаторам земельных участков.

Необходимо отметить, что Паспорт плодородия законодательно утвержден в Московской области, принят в Ставропольском крае в развитии краевого закона « Об обеспечении плодородия земель сельскохозяйственного назначения в Ставропольском крае» в 2007 году. Характеристики качества земель в обязательном порядке учитываются в законодательстве Ростовской области и республики Дагестан. Паспорт заполняется на основании выписок из государственного земельного кадастра, фондовых материалов почвенного, агрохимического, эколого-токсикологического, почвенно-мелиоративного, геоботанического и других обследований, а также данных, полученных в результате проведения мониторинга плодородия земель сельскохозяйственного назначения, научных исследований. Совершенно очевидно, что **Паспорт плодородия земельного участка должен быть законодательно утвержден на федеральном уровне** и финансироваться из федерального бюджета, бюджетов субъектов РФ и муниципальных образований. Необходима разработка структуры (показателей) Паспорта плодородия земельного участка и в зависимости от состояния плодородия земельного участка у собственника (арендатора) должны применяться либо штрафные санкции, либо поощрительные, в виде снижения земельного налога. Должен быть разработан механизм покупки-продажи (аренды) земельного участка, по которому собственник не может продать или передать земельный участок в аренду, не представив актуализированный Паспорт плодородия земельного участка. Необходима практическая реализация экономического стимулирования использования земель

и применение штрафных санкций при земельном контроле в случае нерационального использования.

## ПРОБЛЕМА СЕРТИФИКАЦИИ КОНСТРУКТОЗЕМОВ

*Сафронова А.А.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, [Peppermints@yandex.ru](mailto:Peppermints@yandex.ru)

Городские почвы (конструктоземы) являются важной составной частью окружающей среды, обеспечивающей жизнеспособность всего городского комплекса. Они подвергаются постоянной техногенной нагрузке, что приводит к техногенному загрязнению почв. Одной из важнейших задач сохранения среды обитания человека является решение проблемы рационального использования, охраны и восстановления почвенного покрова. Наиболее эффективным решением этой проблемы является применение средств сертификации, что позволит сочетать экологические и экономические интересы на основе единых подходов.

Экологическая сертификация успешно используется в ряде стран. Например, в Монголии обязательная сертификация проводится раз в пять лет на средства землепользователей и землевладельцев. Одним из важнейших условий договора владения или пользования землей является сохранение качества и характеристик участка, соответствующих исходной сертификации.

В России экологическая сертификация находится в начальной фазе своего развития. Практические нужды требуют не только законов и постановлений, определяющих и регламентирующих виды деятельности, порядок проведения процедуры подтверждения соответствия, но и нормативных документов, содержащих четкое, количественное определение качества почв и различных почвоподобных тел, обладающих продуктивностью. Речь идет о стандартах качества, содержащих ограничения по радиационным, экологическим и агрохимическим характеристикам, сведения по допустимым уровням химической, микробиологической загрязненности, а также признакам деградации почв.

В качестве стандартов можно использовать следующие параметры: 1. толщина и плотность плодородного почвенного слоя. 2. состав почвы при разложении. 3. загрязнение почв и их химическое загрязнение. 4. изменения в характеристиках поверхности земли. 5. изменения растительного покрова. 6. изменения видового состава растительности.

Следует учитывать, что требования к почвогрунтам, используемым для благоустройства городов, должны быть дифференцированы в

зависимости от видов растений, применяемых при озеленении, т.е. иметь различные стандарты качеств.

Адекватной оценкой загрязнения следует считать ПДК. Для понимания экологической опасности загрязнения почв важно знать содержание не только валовых форм, но и подвижных форм соединений тяжелых металлов и их соотношение с валовыми.

Ко всему прочему, мировые стандарты предусматривают, как один из основных критериев, постоянное введение новых экологических нормативов, ориентированных на уменьшение неблагоприятных воздействий на окружающую среду.

Развитие и применение средств экологической сертификации конструкторов в России позволит реализовать принцип системного подхода в области управления, наиболее рациональное использование земельных ресурсов и их охрану.

#### ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ Г. МОСКВЫ

*Смагин А.В.*

институт Экологического почвоведения, факультет почвоведения МГУ  
имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, smagin@list.ru

В столице вступил в силу новый закон «О городских почвах», устанавливающий нормативно-правовые отношения в сфере эксплуатации, охраны и менеджмента городских почвенных объектов. В настоящий момент готовится ряд подзаконных актов, направленных на формирование системы критериев и нормативов качества городских почв, антропогенных и техногенных воздействий на них, экологической оценки и мониторинга с конечной целью привлечения землевладельцев и землепользователей к заботе по поддержанию на вверенной им территории экологического состояния и функционирования почв в установленных законом нормах. Одной из первостепенных задач в данной области следует признать создание реестра и паспортизацию городских почвенных объектов, что, согласно новому закону, должно проводиться по конкретным земельным участкам.

Для реализации поставленной задачи в масштабах мегаполиса подготовлена пилотная версия городской АИС в виде автоматизированного модуля по ведению реестра, паспортизации и подбору технологий ухода за почвами и их ремедиации на земельных участках г. Москвы. АИС по разработанным автором алгоритмам была реализована с использованием веб-сервера Apache 1.3 на языке программирования PHP

5.1 программистом С.А. Ивановым. Структура АИС включает блоки входной информации (ввода и корректировки данных) как для реестра, так и для базы данных по технологиям восстановления почв, блоки хранения информации в виде БД реестра и БД по технологиям ремедиации почв, основной (функциональный) блок, посредством которого осуществляются необходимые расчеты, обработка данных и их выдача пользователю, и, наконец, блок выходной информации, среди которой главную позицию представляет Паспорт почв земельного участка г. Москвы.

Входные данные для АИС в виде результатов обследования почв земельного участка включают: адресно-кадастровую часть, координаты, типы и площади почвенных объектов, санитарно-эпидемиологические и токсикологические показатели поверхности (радиационный фон, захлавленность, запечатанность, индекс бактерий группы кишечной палочки, индекс энтерококков, патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы, яйца гельминтов, содержание нефтепродуктов и 3.4-бензпирена), а также послойную характеристику плотности, содержания общего органического углерода, минерального азота, подвижного фосфора и обменного калия, валовых форм тяжелых металлов (Pb, Cd, Hg, Zn, As, Cu, Ni), легкорастворимых солей (по электропроводности порового раствора) и кислотности/щелочности (по pH водного раствора). Выбор обусловлен в первую очередь наличием достаточно четких и, как правило, узаконенных нормативов по большинству из данных показателей в документах федерального (СанПиН 2.1.7.128-03, ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2042-06, МУ 2.1.7.730-99) и муниципального уровней.

В процессе обработки исходных данных по почвам для подготовки паспорта в АИС заложен ряд операций. Ресурсные показатели *запасов веществ* рассчитываются после аппроксимации профильного распределения объемных концентраций с помощью специальных алгоритмов, включающих сплайн-аппроксимацию исходных данных, интерполяцию на 1м толщу и численное интегрирование в пределах указанной толщи. Важным достижением является использование в АИС *дифференцированной системы нормативов* качества городских почв в зависимости от их дисперсности (гранулометрического состава) и приуроченности к той или иной функциональной зоне мегаполиса. С данной целью предварительно осуществляется интегральная оценка гранулометрического состава метровой почвенной толщи. Наиболее жесткие требования (ПДК) устанавливаются для почв с доминирующим в толще 1м легким гранулометрическим составом, а также для почв участков жилой, общественной и водоохранной зон (А3, Б2, Б5, Б6, Б7, В) по действующему классификатору административно-функционального деления, не зависимо от гранулометрического состава. Для других поч-

венных объектов используются принятые ОДК, которые могут превышать ПДК в зависимости от дисперсности (состава) в 2-4 раза.

Помимо ресурсной характеристики, АИС производит обычную оценку качества почв с поверхности по общепринятым нормативам биологического, химического и радиационного загрязнения, грациям уплотнения, засоления, кислотности/щелочности и т.д.

После характеристики каждой почвы исследуемой территории производится интегральная оценка состояния *почвенного ресурса всего земельного участка* с учетом доли площади индивидуального типа почв. Если в процессе сравнения с нормативами вскрывается какая-либо почвенная проблема, АИС выписывает долю площади, занимаемую данной почвой и GPS-координаты точек опробования (взятия точечных проб). Последовательно выявляются: опасность радиационного загрязнения, общее санитарно-эпидемиологическое состояние и загрязнение участка, угроза здоровью населения, доминирующий тип распределения загрязнителя; степень захламленности. Оцениваются средняя плотность почвы, электропроводность и рН порового раствора для корнеобитаемого слоя 0-20 см. По ним производится характеристика степени уплотнения, засоления и кислотности/щелочности почв участка, согласно существующим грациям. Формируются сводные по участку таблицы ресурсной характеристики по запасам позитивных и негативных веществ, а также рассчитывается ряд интегральных показателей состояния участка в целом (биоресурсный потенциал участка, суммарный индекс загрязненности почв, степень риска для пограничных сред и т.д.). Обработанная информация фиксируется на бланке Паспорта почв земельного участка с соответствующими приложениями.

Для принятия *управленческих решений* по участку осуществляется автоматизированный выбор *технологий* из адресной БД по методам обработки и рекультивации городских почв, включающей четыре основных раздела: технологии культивации (обработки) и реабилитации почв, технологии рекультивации загрязненных почв, технологии почвенно-ландшафтного конструирования, технологии нормированного техногенного воздействия на почвы, экоконтроль.

Технологические рекомендации подразделяются на собственно технологии ремедиации почв и превентивные меры. В автоматическом режиме оценивается ориентировочная стоимость реализации той или иной технологии с учетом заявленной практикующими в городе организациями цены для единицы площади (массы, объема почвогрунта) и площади участка с выявленной проблемой.

В качестве примеров рассматриваются результаты инвентаризации почв различных по площади, качеству и функциональной принадлежности земельных участков отдельных районов г. Москвы. Озна-

комиться с работой пилотной версии АИС можно по Интернет адресу: <http://moscow.soil.msu.ru/>, получив предварительно разрешение на вход в систему в виде соответствующего логина и пароля у авторов (*e-mail: smagin@list.ru*).

РОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО КОМИТЕТА ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ТК 025 «КАЧЕСТВО ПОЧВ И ГРУНТОВ» В ФОРМИРОВАНИИ  
НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ПОЧВ,  
ГРУНТОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

*Сычев В.Г., Шалова Л.М., Будажапова М.Ж.*

ГНУ ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, г. Москва, Россия,

CINAO.OIT@g23.relcom.ru

ОАО «ВНИИС», г. Москва, Россия, apk@gost.ru

Важная роль в формировании нормативной базы экологической сертификации принадлежит межгосударственным и национальным стандартам. В связи с этим особую актуальность приобретает актуализация нормативного фонда стандартов в части требований, предъявляемым к качеству почв и грунтов.

Для решения указанных задач в соответствии с Приказом № 2745 от 09.10.2007 г. Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии создан технический комитет по стандартизации ТК 025 «Качество почв и грунтов» с секретариатом на базе ОАО «ВНИИС», который является аналогом международного технического комитета ИСО/ТК 190 «Качество почв».

Целью создания ТК 025 является разработка и гармонизация действующих на территории Российской Федерации нормативных документов в части безопасности и плодородия почв, грунтов и органических удобрений. Особая значимость этой работы предопределена тем, что почва как технологический предшественник продукции растениеводства и кормов, непосредственно влияет на безопасность выращиваемой продукции и на формирование урожая.

Основная задача ТК 025 – организация работ по формированию предложений к ежегодным программам разработки национальных стандартов, являющихся доказательной базой действующего законодательства; разработка и научно-техническая экспертиза национальных стандартов; направление проектов стандартов в национальный орган по стандартизации для рассмотрения, включая национальные, межгосударственные и международные стандарты; пересмотр, подготовка изменений и предложений по отмене стандартов.

Помимо основной задачи ТК 025 может проводить экспертизу технических регламентов, относящихся к области деятельности технического комитета или смежных отраслей; подготовку официальных переводов международных стандартов для передачи их в государственный фонд стандартов; сотрудничество со смежными ТК по стандартизации продукции; сотрудничество с предприятиями (организациями) – пользователями стандартов, в том числе объединениями потребителей, органами по сертификации, испытательными лабораториями; экспертизу проектов стандартов организаций, относящихся к области деятельности технического комитета (по желанию организаций - авторов проектов); консультации по вопросам разработки корпоративных систем стандартизации для предприятий (организаций) – пользователей стандартов, относящихся к области деятельности технического комитета; обучение в сфере компетенции ТК.

В области межгосударственной стандартизации в задачи ТК 025 входит участие в формировании программ (планов) разработки межгосударственных стандартов; организация экспертизы межгосударственных стандартов и изменений к ним; подготовка предложений по отмене межгосударственных стандартов.

В сфере международной стандартизации ТК 025 участвует в работе зеркального технического комитета международной организации по стандартизации ИСО/ТК 190 «Качество почв»; в разработке международных стандартов (стандартов ИСО и т.д.); в подготовке предложений в планы работ международных организаций по стандартизации; подготовке предложений по позиции РФ в области методов контроля по качеству почв и грунтов для голосования по проектам международных стандартов; в организации проведения в РФ заседаний технических комитетов международных организаций по стандартизации.

За время работы ТК 025 были разработаны и гармонизированы более 20 национальных стандартов. Большая работа проводится техническим комитетом в части гармонизации стандартов ИСО. За время работы членами ТК были гармонизированы такие международные стандарты как ИСО 10381-5:2005 «Качество почв. Отбор образцов. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы», ИСО 10381-3:2001 «Качество почвы. Отбор образцов. Часть 3. Руководство по безопасности», ИСО 10382:2002 «Качество почвы. Определение содержания хлорорганических пестицидов и многохлористых дифенилов. Метод газовой хроматографии с электронозахватным детектированием», ИСО 14255:1998 «Качество почвы. Определение содержания нитратного азота, аммонийного азота и общего азота в воздушно-сухих почвах с помощью хлорида кальция в качестве экстрагирующего вещества» и другие.

Итоги трехлетней работы ТК 025 «Качество почв и грунтов» показали, что решение о создании этого Технического комитета было правильным и своевременным. Но для повышения эффективности работы призываем все заинтересованные ведомства и организации к более активному участию в голосовании по проектам международных стандартов, а также в формировании национальной нормативной базы в области оценки соответствия почв, грунтов и органических удобрений.

#### ПРОБЛЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ

*Чуков С.Н.<sup>1</sup>, Терехова В.А.<sup>2</sup>, Якименко О.С.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,  
S\_Chukov@mail.ru

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.И. Северцова,

<sup>3</sup>Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова,  
Россия

Препараты на основе гуминовых веществ с конца XX века занимают все большее место в разработке современных инновационных технологий не только в области растениеводства и животноводства, но и в промышленных технологиях, медицине и природоохранных разработках. В современном растениеводстве гуминовые препараты не только стимулируют рост и развитие растений, но проявляют и биопротекторные свойства - улучшают усвоение растениями высоких и сверхвысоких доз минеральных удобрений, повышают устойчивость растений к климатическим стрессам и т.п. Важной особенностью гуминовых препаратов является высокая физиологическая активность и эффективность: использование 4-6 кг гуминовых препаратов на гектар может повысить продуктивность на 15-30%!

Кроме растениеводства гуминовые препараты успешно используются сейчас в животноводстве (биологически активная кормовая добавка в рационе скота и птицы), медицине (антифунгальные, антиоксидантные и противоопухолевые препараты, пелоидотерапия), в охране окружающей среды (иммобилизация и инаktivация экотоксикантов, ремедиация загрязненных почв и вод, интенсификация переработки промышленных отходов, утилизация нефтяных загрязнений и т.п.).

Это обусловило высокую инновационную привлекательность этой группы природных соединений. Использование гуминовых препаратов в современных инновационных технологиях может обусловить высокий уровень получаемых результатов – не только в аспекте количе-

ственного роста продукции, но и улучшения ее качества, причем не только в сельском хозяйстве, но и в промышленности, медицине и охране окружающей среды.

Однако существует ряд проблем, осложняющих использование гуминовых препаратов. Как констатировала состоявшаяся в марте 2010 г. в СПбГУ V Всероссийская конференция «Гуминовые вещества в биосфере», в области исследования, получения и использования гуминовых веществ и препаратов на их основе остаются нерешенными многие теоретические и прикладные вопросы. Так, в частности, остаются недоработанными основные процедуры сертификации препаратов, как в области эффективности, так и в области безопасности их применения.

Эффективность и безопасность гуминовых препаратов зависит от целого ряда параметров. Во-первых, это нестабильность состава и свойств, поскольку препараты получают различными технологиями из разнокачественного сырья не только естественного происхождения (торф и уголь), но даже из таких экзотических отходов производства как гидролизный лигнин. Во-вторых, нерешенным является вопрос тестирования активности препаратов и их безопасности. В последние годы в литературе появляется все больше данных об их стрессогенной и токсической активности.

Все это требует незамедлительной методологической разработки и методической подготовки соответствующих сертификационных процедур. По нашему мнению они должны предусматривать не только определение физико-химических параметров препарата, включая его элементный состав (в том числе и содержание микроэлементов и тяжелых металлов) и ряд структурных параметров, но и присутствие в сертификации гуминовых препаратов в обязательном порядке процедур биотестирования физиологической активности препарата. Их следует проводить на разных стадиях роста и развития растений, а также использовать стандартные процедуры проверки экотоксичности по сертифицированным методикам.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПОЧВ ГОРОДСКИХ РЕКРЕАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ

*Шабанова А.В.*

ГОУВПО «Самарский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, moineau@yandex.ru

Экологический паспорт городского рекреационного объекта представляет собой свод экологических, технических и иных характе-

ристик, а также сведения о существующих антропогенных нагрузках, природоохранных и природосберегающих мероприятиях и сооружениях, а также перечень мер по обеспечению качества окружающей среды, безопасности и рекреационного потенциала объекта.

Актуальность разработки экологических паспортов городских рекреационных объектов определяется, с одной стороны, важной социальной функцией таких объектов, с другой стороны – неуклонно растущей антропогенной нагрузкой на них, что ведет к снижению их емкости и привлекательности.

Экологический паспорт городского рекреационного объекта включает следующие основные разделы:

1. общие сведения;
2. водный объект;
3. территория;
4. технические системы;
5. социальная среда;
6. мониторинг рекреационного объекта;
7. библиографический список;
8. приложения.

Паспорта с такой структурой были составлены нами для ряда рекреационных объектов Самары, в первую очередь для тех, что имеют статус охраняемых территорий различного уровня.

В раздел территория «Территория» включены характеристики почв и земельных ресурсов, зеленых насаждений, стадии дигрессии, перечень лесомелиоративных и лесовосстановительных мероприятий.

Показательными являются результаты паспортизации памятника природы «Парк «Воронежские Озера». Там на отдельных участках сохранился естественный растительный покров и отдельно стоящие деревья (дуб, тополь). Мощность почвенного слоя 40 - 60 см. На остальной территории почвы погребены под толщей современного техногенного образования насыпного грунта, состоящего из смеси суглинка, чернозема с включением строительного мусора до 10 %. Мощность современного техногенного образования достигает 1,20 м, местами до 2,0 м.

По составу и мощности насыпного грунта территория делится на участки, покрытые насыпным потенциально плодородным слоем и участки, не покрытые плодородным слоем.

На покрытых плодородным насыпным слоем участках сформировался древесный и растительный покров. Мощность насыпного слоя составляет 25 – 30 см.

В центральной части территории, на водоразделе и склонах между прудами плодородный слой почвы смыт и отсутствует. На этом

участке ярко выражен процесс водной эрозии и смыва почвы из-за отсутствия или изреженности растительного покрова. При прохождении весенних и дождевых паводков происходит смыв почвы и грунта с прилегающих к прудам склонов, что приводит к заилению и загрязнению прудов.

Проведение экологической паспортизации городских рекреационных объектов позволит обеспечить лица, принимающие решения в сфере рационального природопользования, базовой информацией. Это позволит эксплуатировать рекреационного объекта в течение длительного срока без снижения качества окружающей среды в условиях растущих рекреационных нагрузок.

**СЕКЦИЯ 2.**  
**ОЦЕНКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ**  
**НОРМИРОВАНИЕ: ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ,**  
**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

---

ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИКА ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОВОС В  
АНТАРКТИДЕ

*Абакумов Е.В.*

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,  
Россия, e\_abakumov@mail.ru

Правовое положение Антарктиды регулируется Международным договором об Антарктике. Этот договор предусматривает контроль за состоянием окружающей среды в районах расположения полярных станций, сезонных полевых баз и прочих постоянных и временных сооружений. Российская Федерация в природопользовании на Антарктическом континенте опирается как на Договор об Антарктике, так и на отечественные законодательные акты и нормативные документы. В протоколе об охране окружающей среды учтено основное требование Договора об Антарктике – на территориях полярных станций (в человеческих поселениях) должны выполняться санитарно-эпидемиологические и природоохранные мероприятия, обеспечиваться постоянный контроль за сохранностью экосистем Ледового континента в соответствии с требованиями стандартизации средств и методов мониторинга Антарктики.

Согласно ряду отечественных нормативных документов, в жилых зонах должно осуществляться наблюдение за параметрами и качеством окружающей среды и почв, являющихся главным местом обитания микроорганизмов в ландшафте, а также главным аккумулятором загрязняющих веществ.

В связи с этим в рамках Российских антарктических экспедиций (РАЭ) проводится оценка воздействия на окружающую среду в районах расположения российских полярных станций.

В ходе 53-й и 55-й РАЭ были собраны пробы почв, грунтов, горных пород, снега и вод в районах станций Беллинсгаузен, Русская, Ленинградская, Мирный, Прогресс, полевой базы Дружная-4. Проведена визуальная оценка степени нарушенности основных компонентов ландшафтов - почвенного и растительного покрова. Выявлены участки распространения эродированных и техногенных почв, образовавшихся в результате механического воздействия. С помощью полевых экспресс-методов оценена пространственная анизотропия природных почв и почв

в техногенных ландшафтах. Оценена площадь почв, в той или иной степени загрязненных нефтепродуктами и строительным мусором. Описаны почвы карьеров, возникших в результате деятельности китайской станции Великая Стена на о-ве Кинг-Джордж. На днищах этих карьеров обнаружены новообразованные маломощные почвы. Собраны пробы грунтов разнообразных свалок и складов открытого хранения вблизи некоторых полярных станций.

Проведенная ревизия микробных сообществ в нарушенных и референс-ландшафтах. Выявлено существенное антропогенное изменение этих сообществ в районе антарктической станции Беллинсгаузен, отличающейся относительно благоприятным климатом и наиболее посещаемой туристами и полярниками разных стран. Изучены почвенные характеристики и разнообразие микроорганизмов в труднодоступных районах Западной Антарктики – горы Хадсон и о-в Линдси. Эти ландшафты предлагается считать референс-ландшафтами при проведении оценки воздействия на окружающую среду в случае участков Антарктиды, свободных ото льда и снега.

Проведенные исследования позволили выявить спектр проблем и обосновать перечень дальнейших действий по проведению ОВОС в районах расположения российских полярных станций в Антарктиде. Интенсивные работы в этом направлении не только помогут урегулировать отношения с представителями международного сообщества по поводу охраны окружающей среды, но и занять лидирующие позиции в регулировании процесса освоения этого континента.

#### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ Г. КИРОВА

*Безденежных М.А., Ашихмина Т.Я., Бурков Н.А.*

Вятский государственный гуманитарный университет, г. Киров,  
Россия, mbezden@gmail.com

В настоящее время антропогенное загрязнение атмосферного воздуха остается одной из актуальных проблем при оценке состояния окружающей среды, поскольку вследствие высокой миграционной способности загрязняющих веществ в атмосфере негативное влияние распространяется на все компоненты окружающей среды. Под загрязнением атмосферного воздуха понимают поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и эко-

логические нормативы качества атмосферного воздуха. Антропогенные источники загрязнения атмосферного воздуха представлены в основном выбросами промышленных предприятий и автотранспорта.

Основными критериями при оценке состояния загрязнения атмосферы служат результаты государственного мониторинга, производственный экологический контроль за охраной атмосферного воздуха промышленных предприятий и статистические данные.

Целью работы являлось исследование атмосферного воздуха по основным загрязняющим веществам: взвешенные вещества, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота в системе государственного мониторинга и анализ результатов производственного экологического контроля предприятий по статистическим данным.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в г. Кирове проводится на 5 стационарных постах, расположенных в соответствии с действующим стандартом ГОСТ 17.2.3.01-86. Состояние атмосферного воздуха в целом на территории Кировской области характеризуется как стабильное, что подтверждается статистическими данными и результатами наблюдений. Отчасти это связано с вынужденной консервацией производства промышленных предприятий в связи с экономической ситуацией.

Превышения нормативов предельно допустимых концентраций по оксиду углерода и оксиду азота на территории города Кирова отмечается на постах расположенных наиболее близко к основным автотрассам. Что позволяет сделать вывод о ведущей роли автотранспорта в загрязнении атмосферного воздуха в этих районах, учитывая, что вклад промышленных выбросов в атмосферу минимален.

По данным ежегодных региональных докладов наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха города Кирова вносится передвижными источниками выбросов: автомобильным и железнодорожным транспортом, так валовый выброс загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников составляет 36,8% валового объема выбросов, от передвижных источников 63,2% валового объема выбросов. С каждым годом вклад в загрязнение атмосферного воздуха передвижными источниками выбросов растет в связи с увеличением доли автомобильного транспорта.

Загрязнение приземного слоя воздуха, создаваемое выбросами промышленных предприятий, транспорта и других объектов, в большой степени зависит от метеорологических условий. В отдельные периоды, неблагоприятных метеорологических условий, способствующих накоплению вредных загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы, концентрации примесей в воздухе могут резко возрасти, что приводит к формированию высокого уровня загрязнения воздуха.

Согласно информации исследования воздуха населенных мест в черте города в периоды наступления неблагоприятных метеорологических условий содержание в атмосферном воздухе основных загрязняющих веществ возрастает в два и более раза. Случаи наибольшего превышения предельно допустимых концентраций по оксиду азота и оксиду углерода фиксируются именно в эти периоды по всем стационарным постам г. Кирова.

Стоит отметить, что в атмосферный воздух выбрасывается значительно большее количество загрязняющих веществ, чем то, которое в настоящее время контролируется в системе государственного мониторинга. Вся современная система построена таким образом, чтобы тесно привязать ее к основным приоритетным веществам.

Насыщенность города Кирова предприятиями зачастую не позволяет выявить конкретный источник загрязнения окружающей среды. Кроме того, в системе экологического нормирования нормативы предельно допустимых выбросов устанавливаются для каждого промышленного предприятия отдельно. Таким образом, не учитывается совокупный вклад в загрязнение атмосферного воздуха промышленного узла, включая выбросы автотранспорта населенного пункта, что предполагает вероятность превышения предельно допустимых концентраций на территории г. Кирова при соблюдении нормативов выбросов на каждом отдельно взятом источнике загрязнения атмосферного воздуха.

При организации государственного мониторинга атмосферного воздуха необходимо учитывать приоритетные загрязняющие вещества для данного региона и дать прогноз загрязнения ими природной среды.

Проблема оценки совокупной антропогенной нагрузки заключается в том, как измерить интенсивность составляющих факторов, поскольку средства экологического мониторинга в нашей стране весьма ограничены, а статистическая отчетность страдает неполнотой и недостоверностью.

#### Литература

Захарова П.В. Экологический мониторинг качества городской среды. // Стандарты качества городской среды: Сборник докладов: 7 научно-практической конференции «ЭКOREAL-2007»/ООО «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт экологии города». – М., 2008. – 44-47 с.

Федеральный закон Российской Федерации от 04.05.1999 № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».

## ФОНОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ

*Бекецкая О.В.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
becekaya@list.ru

В настоящее время одной из важнейших проблем в почвенном экологическом нормировании, основной задачей которого считается установление допустимой нагрузки на экосистему, является выбор точки отсчёта при мониторинге загрязнения почвы.

При мониторинге и нормировании загрязнения чаще всего используют санитарно-гигиенические нормативы (ПДК и ОДК), представляющие собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве. Используемые ПДК учитывают связь почвы с сопредельными средами (водными объектами и атмосферой), накопление токсических веществ в пищевых цепях и их миграцию в ландшафте. Но, поскольку эти показатели определяются на основе модельных экспериментов с легкими почвами (песчаные, супесчаные) с невысоким содержанием органического углерода (менее 2%), то нередко концентрации микроэлементов в естественных почвах превышают установленные ПДК. Показатели ОДК в большей степени отражают природный разброс содержаний микроэлементов и тяжёлых металлов в различных по географическому положению, генезису и свойствам почвах, но недостаточно обоснованы теоретически.

При экологическом мониторинге за точку отсчёта часто принимаются фоновые концентрации элементов, характерные для определенных территорий. Фоновый уровень содержания химических элементов в природных средах формируется как сумма естественного содержания их в почвах, а также поступления за счет дальнего переноса. Средние статистические данные о содержании рассеянных элементов в различных типах почв и почвенных регионах считаются «фоновым содержанием». Для установления максимальных природных концентраций элементов в почвах нередко используется статистический прием, состоящий в определении региональных усредненных уровней содержания элементов в естественных условиях. За верхнюю границу среднего содержания любого химического элемента в почве предложено принять величину, которая на три стандартных отклонения выше среднего регионального фонового уровня ( $\mu + 3 \cdot \sigma$ ), что предполагает охват 99% всех возможных значений признака. По мнению Г.В. Мотузовой (2001), превышение рассчитанного верхнего предела концентрации элемента заведомо обусловлено техногенным (антропогенным) воздействием.

Мы попытались оценить применимость этого статистического приёма для установления верхнего предела валового фонового содержания микроэлементов и тяжёлых металлов ( $\mu+3\sigma$ ) в почвах регионов.

Использование критериев нормирования без учёта климатических характеристик, генезиса и почвенных свойств не представляется возможным, так как существующие нормативы не отражают естественного варьирования содержания микроэлементов в почвах всей территории России. Нами предпринята попытка выявить зависимость содержания микроэлементов и тяжёлых металлов от свойств почв для достаточно крупных географических регионов. На основе картографического анализа выявлены общие закономерности изменения концентраций ряда микроэлементов (цинк, медь, марганец, кобальт, молибден, бор и свинец) в почвах Европейской части России. Анализ показал обогащённость всеми рассмотренными элементами почв горных и подгорных районов (Приуральская, Предкавказская провинции) и Кольского полуострова, что, по-видимому, обусловлено слабой выветрелостью их материала по сравнению с покровными отложениями равнин. На равнинной территории Европейской части России для большинства микроэлементов отмечена общая тенденция повышения их содержания в почвах с севера на юг, в этом же направлении наблюдается и утяжеление преобладающих почв по гранулометрическому составу. Также можно отметить четкую взаимосвязь распространения песчаных отложений с районами пониженного содержания Cu, Zn, Co, Mo в почвах. Для Mn и В таких закономерностей не выявлено.

Составлена база данных по валовым концентрациям микроэлементов в фоновых почвах Европейской территории России и южной части Сибири (по литературным источникам и результатам собственных исследований), в которую вошли сведения о гранулометрическом составе почв, содержании органического углерода и реакции среды. Проанализированы массивы данных, условно разделенные на Нечерноземный и Черноземный регионы, ЕТР, южная часть Сибири, а также весь полученный массив данных. На основе статистического анализа оценена применимость формулы ( $\mu+3\sigma$ ) для определения максимального уровня природного содержания микроэлементов в почвах разного гранулометрического состава. При достаточно большом объеме выборки по концентрациям микроэлементов (согласно нашим расчетам,  $n \geq 25-30$ ) распределение получается нормальным и формула применима для легких и тяжелых почв, как для всего массива данных, так и для каждого из рассмотренных регионов.

В результате статистических расчетов получены показатели, характеризующие средние и максимальные уровни природного содержания ряда микроэлементов (Ni, Cu, Zn, Pb, Mn, Cr, Co) в тяжелых и

легких почвах (условная граница - легкий суглинок) рассмотренных регионов.

Для всей Европейской территории России, а также отдельно для Нечерноземного и Черноземного регионов выявлено, что среднее содержание и максимальный уровень природных концентраций ряда микроэлементов ( $\mu+3\sigma$ ) в легких почвах заметно ниже, чем в тяжелых (так, например, среднее содержание меди в легких и тяжелых почвах Нечерноземного региона 8 и 16 мг/кг, соответственно, а в почвах Черноземного региона - 12 и 26 мг/кг; для цинка эти показатели составляют 33 и 47 мг/кг; 26 и 62 мг/кг, соответственно).

Для южной части Сибири наблюдается аналогичная тенденция, что и в Европейской территории России, но содержание микроэлементов в почвах выше (среднее содержание меди в легких и тяжелых почвах 26 и 36 мг/кг, среднее содержание цинка 51 и 68 мг/кг).

Концентрации, характеризующие почвы сходного гранулометрического состава разных регионов ЕТР различаются меньше, чем соответствующие показатели для тяжелых и легких почв всей ЕТР. Отмечено, что значения, характеризующие генетически близкие почвы с разным гранулометрическим составом, различаются больше, чем классификационно-различные почвы сходного гранулометрического состава.

Установлено, что средние содержания и предельные фоновые концентрации микроэлементов в легких почвах, рассчитанные на основе всего массива данных для почв Европейской территории России более применимы для оценки экологического состояния легких почв конкретных регионов, чем данные, характеризующие почвы тех же регионов, полученные без учета гранулометрического состава.

Показано, что верхние пределы фонового содержания ряда элементов (Ni, Cu, Zn, Co, Cr), рассчитанные без учета гранулометрического состава значительно превышают такие пределы для «легких» почв, что может повлечь за собой неверную оценку степени загрязнения при экологическом нормировании. Поэтому предельные фоновые концентрации микроэлементов следует рассчитывать с учетом гранулометрического состава почв.

Мы полагаем, что для целей мониторинга при отсутствии корректных данных по фоновым концентрациям микроэлементов могут быть использованы максимальные фоновые концентрации, определенные статистическим методом для тяжелых или легких почв соответствующих крупных географических регионов.

Использование предложенного метода позволяет установить ряд показателей максимальных концентраций микроэлементов для тяжелых и легких почв крупных географических регионов, превышение

которых будет однозначно свидетельствовать об антропогенном загрязнении почв.

#### МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Гавриленко Е.Г.<sup>1</sup>, Ананьева Н.Д.<sup>1</sup>, Макаров О.А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения  
РАН, Пушкино, Россия, gavrilmkelen@gmail.com

<sup>2</sup> Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва

Пространственная оценка различных показателей почв, в том числе и микробных, давно привлекает исследователей. При оценке вариабельности почвенных свойств принимают во внимание масштаб исследования: микролокусный (мм / см), полевой (м: поле, участок, делянка), ландшафтный (км: экосистема, тип почвы, рельеф), региональный (десятки и сотни км: климат, вид землепользования, растительность, рельеф) и глобальный. Известно, что микробиологические процессы в почвах характеризуются высокой пространственной вариабельностью. При этом важно понимать закономерности пространственного изменения микробных свойств почв не только вдоль линейной (географической, климатической) трансекты, но и распределенных на территории одной биоклиматической зоны.

Параметризация функционирования почв является основой их нормирования и сертификации. Оценка биологических, в том числе и микробиологических, свойств почвы для экологической оценки земель разных категорий приобретает в последнее время особую актуальность. Содержание углерода микробной биомассы ( $C_{\text{мик}}$ ) - один из чувствительных индикаторов изменения окружающей среды, информативный показатель для многих экологических исследований, полезный «инструмент» для определения критических пределов нормального (сбалансированного) функционирования почв и имеющий к тому же в ряде зарубежных стран статус стандартного индекса для определения их качества.

Работа была направлена на оценку пространственного распределения микробиологических показателей почв ( $C_{\text{мик}}$  и базального дыхания, БД) и факторов его определяющих на территории Подольского (П) и Серпуховского (С) р-нов (1130 и 1080 км<sup>2</sup> соответственно) Московской обл. Использовали топографическую (1 : 100000) и почвенную (1 : 300000) карты Московской обл., а для С - дополнительно почвенную карту 1 : 50000. Образцы почв отбирали осенью из верхнего 10 см гуму-

сового слоя (без растительной подстилки) в центре условного квадрата, сторона которого составляла 2 и 5 км для *С* и *П* р-нов соответственно. Для каждой точки отбора (всего 237 и 45 для *С* и *П* соответственно) диагностировали тип экосистемы (лес, пашня, залежь, антропогенная: газон / пустырь / свалка), разновидность почвы (дерново-подзолистая, дерново-глебовая, болотно-подзолистая, аллювиально-луговая, серая лесная и антропогенно-преобразованная), доминирующую растительность и рельеф (пойма, нижняя, средняя и верхняя часть водораздела, водораздел).

В почвенных образцах (всего 282) определяли содержание  $S_{\text{мик}}$  методом субстрат-индуцированного дыхания (СИД), скорость БД, физико-химические показатели ( $C_{\text{орг}}$ , pH, гранулометрический состав), рассчитывали метаболический коэффициент ( $q\text{CO}_2 = \text{БД} / S_{\text{мик}}$ ) и  $S_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$ . СИД почвы оценивали по скорости начального максимального дыхания микроорганизмов после обогащения почвы дополнительным источником углерода и энергии (1% глюкозы от веса почвы), содержание  $S_{\text{мик}}$  определяли пересчетом скорости СИД по формуле:  $S_{\text{мик}}$  (мкг С г<sup>-1</sup> почвы) = СИД (мкл CO<sub>2</sub> г<sup>-1</sup> почвы ч<sup>-1</sup>) × 40.04 + 0.37. БД определяли по скорости выделения CO<sub>2</sub> почвой за 24 ч инкубации при 22°C и 60% полной влагоемкости (ПВ). Измерения БД выполняли как для СИД, только вместо раствора глюкозы в почву вносили воду (0.2 мл г<sup>-1</sup> почвы). Определение СИД и БД выполнено в предынкубированных образцах (7 сут, 22°C, 60%ПВ).

Содержание  $S_{\text{мик}}$  в почвах двух р-нов составило 43 - 1394 мкг С г<sup>-1</sup>, БД – 0.06 - 3.25 мкг CO<sub>2</sub>-С г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>,  $q\text{CO}_2$  - 0.34 - 6.52 мкг CO<sub>2</sub>-С мг<sup>-1</sup>  $S_{\text{мик}}$  ч<sup>-1</sup> и  $S_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$  – 0.19 - 10.65%. Достоверно высокие  $S_{\text{мик}}$  и БД отмечены в почвах лесных экосистем (548 мкг С г<sup>-1</sup> и 0.98 мкг CO<sub>2</sub>-С г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>,  $n = 151$ ), а достоверно низкие (152 мкг С г<sup>-1</sup> и 0.23 мкг CO<sub>2</sub>-С г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup>,  $n = 17$ ) – в пахотных. В *С* р-не средние значения  $S_{\text{мик}}$  и БД почв лесов были в 3.5 и 5.3 раза больше, чем пашен, а в *П* – в 4.1 и 3.0 раза соответственно.

Наибольший вклад в дисперсию величин  $S_{\text{мик}}$  и БД (трехфакторный анализ ANOVA) вносил фактор «экосистема, Э» (50 и 80%), меньший (30 и 9% соответственно) – «почва, П», а вклад фактора «рельеф» - незначителен (0 - 5%) и недостоверен. Вклад факторов Э и П в дисперсию величин  $S_{\text{мик}}$  и БД составил 91 (с учетом их сочетания Э×П) и 89% соответственно. Поэтому есть основание считать, что измеряемые параметры почв определяются преимущественно типом экосистемы (землепользования), при этом варьирование величин  $S_{\text{мик}}$  связано в значительной степени и с разновидностью почвы, что подчеркивает его большую «чувствительность» по сравнению с БД.

Наибольшее варьирование  $C_{\text{мик}}$  и БД отмечено в почве лесов двух р-нов (58 - 1394 мкг С г<sup>-1</sup> и 0.19 - 3.25 мкг СО<sub>2</sub>-С г<sup>-1</sup> ч<sup>-1</sup> соответственно). Достоверно меньшие величины  $C_{\text{мик}}$  были в почве при доминировании сосны, а достоверно большие – лиственных деревьев, ели и их комбинаций. Вклад факторов «тип леса, Т», «рН» и «С<sub>орг</sub>» в дисперсию  $C_{\text{мик}}$  почвы лесов составил от 10 до 20%, а «гранулометрический состав, ГС» - уже 33%. Дисперсия величин БД почвы лесов определялась факторами С<sub>орг</sub> и ГС (24 и 23% соответственно). Вклад достоверно значимых факторов в дисперсию БД почвы лесов (С<sub>орг</sub>, ГС, Т×ГС) составил 61%, а в  $C_{\text{мик}}$  (Т, рН, С<sub>орг</sub>, ГС) - выше (79%).

Средние величины  $q\text{CO}_2$  почв разных экосистем *П* р-на достоверно не различались (2.32, 1.72, 1.56 и 1.84 мкг СО<sub>2</sub>-С мг<sup>-1</sup>  $C_{\text{мик}}$  ч<sup>-1</sup> для пашни, залежи, антропогенной и леса соответственно), а для *С* – достоверно низкая средняя величина отмечена на пашне (1.14 мкг СО<sub>2</sub>-С мг<sup>-1</sup>  $C_{\text{мик}}$  ч<sup>-1</sup>). Для почв двух р-нов достоверно высокое среднее значение  $q\text{CO}_2$  (2.23 мкг СО<sub>2</sub>-С мг<sup>-1</sup>  $C_{\text{мик}}$  ч<sup>-1</sup>) отмечено для леса, а достоверно низкое (1.42 и 1.76 мкг СО<sub>2</sub>-С мг<sup>-1</sup>  $C_{\text{мик}}$  ч<sup>-1</sup>) – для пашни и антропогенных экосистем.

Достоверно меньшие средние значения  $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$  почв двух р-нов были на пахотных и антропогенно-преобразованных почвах (1.06 и 0.86%), а достоверно высокие – в лесных и залежных (1.96 и 1.81% соответственно). Серые лесные почвы характеризовались высокими значениями  $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$ , а их средняя величина была почти в 5 раз больше таковой для болотно-подзолистых.

Показатели  $C_{\text{мик}}$  и БД всех исследованных почв достоверно ( $p \leq 0.001$ ) коррелировали ( $r = 0.75$ ,  $n = 282$ ), в том числе и для каждой экосистемы (лес, пашня, залежь) отдельно ( $r = 0.65 - 0.75$ ), а корреляция этих параметров с химическими свойствами почв (рН, С<sub>орг</sub>) была достоверной, но слабой. Наиболее тесные корреляционные связи выявлены между  $C_{\text{мик}}$  и рН для пашни ( $r = -0.82$ ,  $n = 17$ ), между  $C_{\text{мик}}$  и содержанием физической глины (частицы <0.01 мм, %) - для лесных и залежных экосистем ( $r = 0.53$  и  $0.54$ ,  $n = 151$  и  $90$  соответственно). Между БД и физико-химическими свойствами почв отдельных экосистем тесной корреляции не обнаружено.

Показано также, что средние величины показателей  $C_{\text{мик}}$ , БД,  $C_{\text{мик}} / C_{\text{орг}}$  и  $q\text{CO}_2$  для почв *П* и *С* р-нов отдельно достоверно не различались, указывая, тем самым, на необходимость отбора меньшего количества образцов (почти в 5 раз, 237 / 45) для характеристики и мониторинга почв подобных территорий.

Таким образом, углерод микробной биомассы, определяемый методом субстрат-индуцированного дыхания, позволяет четко дифференцировать почвы территории в зависимости от экосистемы, разно-

видности почвы и доминирующей древесной растительности, что может быть, в свою очередь, использовано для их бонитировки, мониторинга и экологической оценки. Показатель  $S_{\text{мик}}$  является более «чувствительным» по сравнению с другими (базальное дыхание и  $S_{\text{орг}}$ ), а метод его определения отличается высокой воспроизводимостью, малой время- и трудозатратностью, что подчеркивает целесообразность его применения.

ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ  
И НОРМИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬ И  
ВОСПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ В УКРАИНЕ

*Гавриш Н.С.*

Одесская национальная юридическая академия, Одесса, Украина  
land\_law@onua.edu.ua

В обеспечении экологической безопасности и организации рационального природопользования важная роль принадлежит экологическим стандартам и нормативам. Они являются критериями качества окружающей природной среды, средствами эколого-правового управления.

В настоящее время общие правовые основы экологической стандартизации закреплены в Законе Украины «Об охране окружающей природной среды». Правда, здесь не закрепляется определение самого понятия стандартизации, но указывается на ее цель: установления комплекса обязательных норм, правил, требований относительно охраны окружающей природной среды, использования природных ресурсов и обеспечения экологической безопасности (ст. 31).

Организация стандартизации и нормирования в области охраны окружающей среды - это урегулированная нормами экологического права деятельность специально уполномоченных органов и организаций по разработке и установлению общеобязательных правил, требований, критериев, норм и нормативов в области осуществления природопользования и природоохраны.

Понятие "нормирования" в действующем законодательстве Украины четко не определяется. Да, ч. 1 ст. 165 Земельного Кодекса Украины предусматривает, что "нормирование ... осуществляется путем принятия соответствующих нормативов ...", а Закон Украины "Об охране окружающей природной среды" дает основания для признания нормирования деятельностью по установлению нормативов (ст. 33), норм, правил, требо-

ваний (ст. 31). Упомянутые положения, на наш взгляд, не отличаются четкостью, однозначностью и являются несколько противоречивыми.

Аналогично, отсутствующие однозначные подходы по определению нормирования и его сущности в специальной правовой литературе. Существуют подходы, по которым нормирование следует признавать деятельностью по установлению определенных стандартов, которые охватывают понятие "норма", "норматив" и "правило". Некоторые ученые определяют нормирование как установление "нормативов (норм, правил и требований) в соответствии с требованиями законодательства", установлением "технических норм" ("техничко-юридических норм").

Исходя из того, что стандартизация является понятием достаточно определенным и связано с изданием особенных разновидностей нормативно-правовых актов - нормативных документов по стандартизации - можно сделать вывод, что и нормирование является деятельностью по изданию других разновидностей нормативных документов, которые иногда называются "нормами".

Понятием "нормативный документ" в законодательстве Украины было заменено понятием "нормативно-технический документ" (ст. 4 Декрета Кабинета Министров "О стандартизации и сертификации", Дополнение 2 к Государственные строительные нормы (ГСН) А. 1.1 -1 -93 "Система стандартизации и нормирования в строительстве. Основные положения"). Хотя в специальной литературе обоснованно отмечалось, что характеристика "технический" не всегда была адекватной сущности соответствующего акта, является, что замену сроков нельзя считать безупречной: осуществленное искусственное сужение понимания понятия "нормативный документ", который традиционно рассматривался как синоним термина "нормативный (нормативно-правовой) акт".

На сегодняшний день можно выделить следующие основные виды нормативных документов: 1) нормативные документы по стандартизации (прежде всего, стандарты, технические регламенты); 2) нормативные документы в области строительства (в первую очередь, строительные нормы и правила); 3) нормативные документы в области обеспечения санитарно-гигиенического благополучия населения (санитарные нормы и правила); 4) нормативные акты по обеспечению пожарной безопасности, 5) нормативные документы по охране труда и др. Нормативные документы по стандартизации выдаются в результате стандартизации и не охватываются нормированием в его узком понимании.

Под стандартизацией в действующем законодательстве понимается "деятельность, которая заключается в установлении положений для общего и многократного применения относительно имеющих или возможных заданий с целью достижения, оптимальной степени благополу-

ройства в определенной области, результатом которой является повышение степени соответствия продукции, процессов и услуг их функциональному назначению, устранению барьеров в торговле и содействию научно-техническому сотрудничеству" (ст.1 Закона Украины "О стандартизации"). Фактически стандартизацию можно понимать и уже - как издание т.н. нормативных документов по стандартизации, перечень которых определен законодательством (в первую очередь, ст. 11 Закона Украины "О стандартизации")».

В широком понимании нормирование можно рассматривать как установление каких-либо обязательных количественных и качественных показателей.

Важными мерами охраны земель и воспроизводства плодородия почв являются стандартизация и нормирование. Статья 165 Земельного кодекса Украины устанавливает, что стандартизация и нормирование в области охраны земель и воспроизводства плодородия почв осуществляется с целью обеспечения экологической и санитарно-гигиенической безопасности граждан путем принятия соответствующих нормативов и стандартов, которые определяют требования относительно качества земель, допустимой антропогенной нагрузки на почвы и отдельные территории, допустимого сельскохозяйственного освоения земель и тому подобное.

В области охраны земель и воспроизводства плодородия почв действуют следующие нормативы: оптимального соотношения земельных угодий; качества почв; их предельно допустимого загрязнения; деградации земель и почв. В соответствии с ч. 3 ст. 165 Земельного кодекса Украины нормативные документы по стандартизации в области охраны земель и воспроизводства плодородия почв принимаются Кабинетом Министров Украины.

Стандартизация в нашей стране регулируется Законом Украины от 12 мая 2001 г. «О стандартизации». Согласно этому Закону стандарт - это документ, устанавливающий для общего и многоразового применения правила, общие принципы или характеристики в отношении деятельности или ее результатов для достижения оптимальной степени упорядоченности в определенной сфере, разработанный в установленном порядке на основе консенсуса. По существу, стандарты – это нормативно-технические документы, устанавливающие минимальные требования к определенной деятельности или объектам.

Нормативно-технические требования могут также содержаться в ведомственных нормативных актах, утверждаемых Министерством охраны окружающей среды, Министерством аграрной политики, Государственным комитетом по земельным ресурсам и вторичными органами. Это тоже своего рода стандарты, но порядок их принятия несколько иной. Они носят, как

правило, вспомогательный характер и используются землеустроительными организациями при осуществлении землеустройства.

Ч.3. ст. 165 Земельного Кодекса Украины закрепила правило, согласно которому нормативные документы по стандартизации в области охраны земель и воспроизводства плодородия почв утверждаются Кабинетом Министров Украины. На практике государственные стандарты утверждаются не Кабинетом Министров, а Госстандартом.

После принятия Земельного Кодекса Украины был принят специальный Закон Украины "О стандартизации", который, во-первых, непосредственно определяет виды нормативных документов по стандартизации (ст. 11), а во-вторых, четко распределяет полномочие по утверждению таких документов (ст.ст. 6-10). Ввиду этого, комментированная норма применению вообще не подлежит.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

*Гайнуллина З.А., Горленко А.С., Яковлев А.С.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, zgainullina@list.ru

Российская система правового регулирования в области обращения с отходами производства и потребления в настоящее время в целом не соответствует современному научно-техническому уровню. Так, существующие требования современной нормативно-правовой базы в области обращения с отходами обязывают изолировать отходы от окружающей среды, что не всегда оправдано с точки зрения материально-сырьевого баланса. Для легитимного обоснования допустимости размещения отходов без изоляции необходима разработка и утверждение в установленном порядке технических условий на отход как на материал безопасный для окружающей среды и здоровья человека, так и устойчивый к геофизическим воздействиям, что формирует научно обоснованную систему экологического нормирования воздействия отходов на почвы. На сегодняшний день отсутствует единая научно обоснованная методология оценки экологического состояния почв с позиций функционального подхода.

Современное законодательство в области обращения с отходами требует разработки системы экологического нормирования воздействия отходов на окружающую среду. Правовая основа для установления нормативов допустимого воздействия от размещения отходов на

окружающую среду приведена в статье 22 Федерального закона «Об охране окружающей среды» (ФЗ-7).

Целью экологического нормирования допустимого воздействия от размещения отходов на окружающую среду является установление норматива, обеспечивающего устойчивое функционирование почвы и достижение равновесия между негативным антропогенным влиянием и способностью почвы к восстановлению.

Приоритетными задачами оценки допустимого воздействия от размещения отходов на окружающую среду являются:

1) обоснование перечня показателей и критериев установления диапазонов их допустимых изменений, отражающих отклик состояния почвы на оказываемое воздействие при размещении отходов;

2) разработка критериев установления границ с учетом ландшафтно-экологических особенностей территории, в пределах которой оценивается воздействие отходов;

3) определение в модельных экспериментах отклика выбранных показателей экологического состояния почв от различных доз воздействия отходов;

4) оценка воздействия отходов на почвы по выбранным показателям;

5) обоснование количества отходов, которые можно безопасно разместить в определенных условиях окружающей среды.

Концептуальные положения, лежащие в основе оценки допустимого воздействия от размещения отходов на окружающую среду, можно сформулировать следующим образом:

- научная обоснованность экологических нормативов воздействия отходов на почвы;

- разработка системы оценки допустимого воздействия от размещения отходов на окружающую среду для различных типов почв и категорий земель и их агроэкологического состояния;

- существенная эколого-экономическая выгода от размещения отходов, не содержащих вредные вещества либо содержащих их в таких количествах, которые не приводят к нарушению экологических функций почв, в конкретных условиях окружающей среды без обустройства объектов размещения отходов;

С позиции функционального подхода критерием допустимого воздействия от размещения отходов в окружающей среде является способность почвы сохранять свои экологические функции, что достигается:

- возвратом в окружающую среду извлеченных природных ресурсов и, соответственно, сохранением материально-сырьевого баланса;

- соблюдением равновесия между воздействием от размещения отходов на почвы и способностью почв к самовосстановлению;
- рассмотрением почвы как компонента биогеоценоза, а почвенного покрова как компонента биосферы;
- выполнением функций почвы в составе биогеоценоза.

В настоящее время в науке не выработана единая методология экологического нормирования. Объективизация критериев установления допустимого воздействия от размещения отходов на экологическое состояние почв является сложнейшей методологической задачей, требующей дальнейших поисков оптимального решения.

В качестве основных методологических принципов оценки допустимого воздействия от размещения отходов в открытой природе можно выделить:

- сохранение самой природы при безусловном праве всех живых организмов на существование;
- поддержание способности окружающей среды устойчиво функционировать;
- оценку воздействия отходов на почвы, как показатель воздействия отходов на окружающую среду;
- установление допустимого воздействия отходов на почвы по показателям состояния этих почв;
- разработку системы оценки допустимого воздействия от размещения отходов на окружающую среду в зависимости от биогеохимических условий территории, в пределах которой оценивается воздействие отходов;
- выбор наиболее информативных, интегральных показателей изменений состояния почв под воздействием отходов.

Проблемы нормирования нагрузок на экосистемы обсуждаются у нас в стране уже более двух десятилетий. Несмотря на значительное разнообразие подходов и первые успешные опыты определения экологических нормативов загрязнений, ни одна из концепций не позволяет ответить на все основные вопросы, возникающие в практике. Отсутствует достаточно разработанная методологическая база, дающая возможность корректно получать экологические нормативы, что делает актуальным обобщение имеющегося зарубежного и отечественного опыта регламентации природопользования, сопоставление и сравнительный анализ существующих концепций, рассмотрение конкретных методов и опыта реализации процедуры нормирования. На этой основе возможно создание обобщающей концепции.

Список литературы:

1. Биогеохимические основы экологического нормирования // Под ред. М.В. Иванова, В.В. Снакина. М.: Наука, 1993. 304 с.

2. Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: Наука, 1994. 281 с.
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.
4. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Почвоведение. 2002. №12. С. 1509-1514.
5. Принципы экологического нормирования допустимой антропогенной нагрузки на почвенный покров Украины // Почвоведение. 2008. №12. С. 1501-1509.

#### НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ И НОРМИРОВАНИЯ ЕЕ КАЧЕСТВА

*Глазунов Г.П., Гендугов В.М., Яковлев А.С., Титарев Р.П.,  
Евдокимова М.В., Шестакова М.В.*

МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия, glazng@mail.ru

Согласно ФЗ «Об охране окружающей среды» от 26 декабря 2001 г.: «...качество окружающей среды – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и (или) их совокупностью». Таким образом, законом устанавливается цепочка понятий «качество–состояние–показатели», которую необходимо наполнить содержанием. В настоящей работе для компонентов природной среды (на примере почвы) вводится понятие «показатель состояния» и на основе законов сохранения механики математически выводится уравнение показателя состояния в функции биотического (почвенного) отклика на воздействие (физическое, химическое, биологическое, комплексное), производимое на компонент. На основе этого уравнения с использованием характерного (порогового) значения показателя состояния и выбранной шкалы качества весь диапазон показателя состояния ранжируется в терминах количественного выражения качества (баллах). Характерная (пороговая) мера показателя состояния в функции биотического (почвенного) отклика на воздействие выявляется методами частных наук. Роль пороговой величины отклика на воздействие состоит в том, что она служит основой договорного перехода от количественной меры состояния компонента природной среды к качественной её оценке. Показатель состояния, имеющий вероятностную природу, изменяется в пределах  $0 \leq p \leq 1$ . Частные показатели состояния предложено обобщать методом сложения вероятностей.

Одной из разновидностей обобщения результатов оценки состояния экосистем, является нормирование: 1) научное обоснование норм, 2) оформление научно обоснованных норм в нормы права, 3) применение правовых норм в практике.

Нормирование состояния экосистем, испытывающих антропогенное воздействие, осложняется тем обстоятельством, что сама оценка состояния остаётся сложной научной проблемой. В настоящее время оно основано на изучении и интерпретации количественного отклика элементов экосистем на воздействие. Этот же подход лежит в основе методов нормирования воздействия на компоненты окружающей среды. Основная трудность в обобщении результатов такого рода исследований состоит в том, что, биотический (почвенный) отклик на воздействие является строго индивидуальным. Это означает, что различаются и переменные, в которых исследуется отклик, и вид уравнений, его описывающих. Это порождает главную проблему – проблему обобщения разных откликов. Предлагаемый подход к решению этой проблемы основан на переводе исследования в поле безразмерного показателя состояния. Он в равной мере является развитием методов «функции желательности» и оценки экологических рисков. Использование метода функции показателя состояния позволяет обосновать подходы к оценке экологических рисков и нормированию качества компонентов природной среды и воздействий на них на примере почв.

В работе излагаются: 1) способ введения показателя состояния почвы в функции отклика на воздействие, 2) способ введения шкалы качества почвы «норма-патология» в функции показателя состояния, 3) способ обобщения показателей состояния почвы, испытывающей комплекс воздействий, 4) способ введения шкалы качества почвы «норма-патология» в функции комплексного показателя состояния почвы, 5) особенности использования предложенного метода при разных видах воздействий и учитываемого отклика, 6) способы обобщения показателя состояния на иные, помимо почвы, природные среды, 7) способ применения показателя состояния при эколого-экономической оценке, 8) способ применения показателя состояния при оценке экологических рисков, 9) способ применения показателя состояния при нормировании воздействий.

В развитие этого подхода выведена и исследована (Яковлев, 2009) теоретическая модель биотического отклика  $R(c)$  на воздействие  $c$ .

$$R(c) = R(c_0) + C \frac{1}{c^b} \exp\left(-\frac{k}{c}\right)$$

Модель содержит две константы,  $k$  и  $b$ , имеющие ясный смысл: соответственно, коэффициентов прироста и убывания биомассы. Постоянная величина представляет собой константу интегрирования.

На ряде примеров проиллюстрированы возможности использования выведенной модели при экологической оценке состояния почвы и иных природных и природно-антропогенных сред. На примере теоретической модели эрозии почвы (Гендугов, 2007) проиллюстрированы возможности применения для указанных целей и моделей собственно почвенного отклика на воздействие.

Полное определение функции показателя состояния сводится к нахождению коэффициентов  $\gamma$  и  $\alpha$  в уравнении показателя  $p$  состояния, имеющем вид:

$$p = \gamma \exp\left(-\frac{\alpha}{R(c)}\right).$$

Введение содержательной функции показателя состояния в функции биотического (почвенного) отклика на воздействие ставит учёт всего многообразия почв и видов биотического отклика на воздействия разного рода при экологической оценке состояния компонентов природной среды и нормировании их качества на количественную основу. Тем самым обеспечивается единая научная база для широкого спектра исследований в области нормирования состояния компонентов природной среды и нормирования воздействий на эти компоненты.

Полностью определенные функция показателя состояния и функция биотического (почвенного) отклика на воздействие позволяют провести нормирование того воздействия, для которого они были получены. В идейном плане нормирование воздействия сводится к установлению однозначного соответствия между категориями качества почвы, испытывающей некое воздействие в разных дозах, с категориями вредоносности доз этого воздействия. Индивидуальность биотического отклика на воздействие и связанная с этим индивидуальность функции показателя состояния являются причиной индивидуальности и категорий вредоносности воздействия. В техническом плане нормирование воздействия сводится к отображению границ категорий качества почвы на шкалу интенсивности воздействия посредством функции показателя состояния и функции биотического (почвенного) отклика на воздействие.

Научное обоснование экологических нормативов состоит в нахождении предельных параметров состояния экосистем и соответствующих им пределов негативного воздействия на экосистемы. Единственный способ достижения этих пределов на практике (при движении

из области их превышения в область непревышения) – регулирование антропогенного воздействия. Механизмом регулирования служат технологические нормативы, выработка которых возможна только при наличии предельных параметров состояния экосистем и пределов негативного воздействия на экосистемы.

Задачей науки является выработка этих пределов и установление связи между параметрами выброса и воздействия. Задачей практики – узаконение методов приложения достижений науки к практике (нормотворчество) и их использование (правоприменение).

#### ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА В ПОЧВАХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Глебова И.В., Тутова О.А., Теплинская Л.Г., Мирошниченко О.Н.*  
ФГОУ ВПО «Курская государственная сельскохозяйственная академия  
им. профессора И.И. Иванова», г. Курск, Россия, academy@kgsha.ru

Основа рационального землепользования определяется широким спектром направлений. Одно из них – развитие сельского хозяйства при использовании экологически безопасных альтернативных земледельческих технологий. На современном этапе развития сельского хозяйства в условиях постоянно меняющихся климатических и даже агрохимических свойств почв жизненно необходимо объединение и интеграция научно-технического потенциала и накопленного практического опыта в зональных системах земледелия. При решении проблем экологизации земледелия, адаптивной его интенсификации и в особенности биологизации технологических процессов на первый план оптимизации агропромышленного производства выходят задачи адаптации земледелия, т.е. разработка и освоение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, их элементов, для получения экологически качественной, сбалансированной по питательным веществам, макро- и микроэлементам сельскохозяйственной продукции. На фоне этих проблем выявление районов с недостаточным содержанием йода в почвах дает возможность регулировать его поступление в сельскохозяйственную продукцию, исключая впоследствии эндемические заболевания животных и человека.

В целях изучения содержания йода в почвах Курской области исследования проводили в период 2002-2009 гг. на основных участках с учетом сравнительно-географического метода, позволяющий увязать содержание йода в почвах с их местоположением и свойствами (Табл. 1).

Таблица 1 - Содержание йода в почвах Железногорского, Дмитриевского, Курского, Касторенского, Мантуровского и Беловского районов Курской области

| № п/п                                                             | Место взятия почвенных проб (исследованию подвергались почвы пашни) | Содержание йода, мг/кг | Тип почв           | Среднее содержание йода по району, мг/кг |  |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------------------|--|
| Железногорский район                                              |                                                                     |                        |                    |                                          |  |
| 1                                                                 | д. Рышково                                                          | 1,41 ± 0,11            | Серая лесная       | 0,88                                     |  |
| 2                                                                 | Сосновый лес                                                        | 1,42 ± 0,24            |                    |                                          |  |
| 3                                                                 | ЗАО «Мир»                                                           | 1,52 ± 0,06            |                    |                                          |  |
| 4                                                                 | Железногорское лесничество                                          | 1,64 ± 0,24            |                    |                                          |  |
| 5                                                                 | Пойма р.Свапа                                                       | 0,63 ± 0,25            |                    |                                          |  |
| 6                                                                 | с. Михайловка                                                       | 1,21 ± 0,10            |                    |                                          |  |
| 7                                                                 | с. Веретенкино [2]                                                  | 0,38 ± 0,03            |                    |                                          |  |
| 8                                                                 | п. Трояново [2]                                                     | 0,34 ± 0,02            |                    |                                          |  |
| 9                                                                 | с. Остапово [2]                                                     | 0,36 ± 0,04            |                    |                                          |  |
| 10                                                                | п. Трубилено [2]                                                    | 0,41 ± 0,02            |                    |                                          |  |
| 11                                                                | п. Атово [2]                                                        | 0,40 ± 0,01            |                    |                                          |  |
| Дмитриевский район                                                |                                                                     |                        |                    |                                          |  |
| 1                                                                 | д. Полозовка                                                        | 1,11 ± 0,35            | Серая лесная       | 1,17                                     |  |
| 2                                                                 | д. Дерюгино                                                         | 1,34 ± 0,18            |                    |                                          |  |
| 3                                                                 | ОАО Дмитриевский РТР                                                | 0,41 ± 0,09            |                    |                                          |  |
| 4                                                                 | д. Куток                                                            | 1,43 ± 0,21            |                    |                                          |  |
| 5                                                                 | д. Генеральшино                                                     | 1,40 ± 0,09            |                    |                                          |  |
| 6                                                                 | с. Линец                                                            | 1,36 ± 0,14            |                    |                                          |  |
| Курский район [2]                                                 |                                                                     |                        |                    |                                          |  |
| 1                                                                 | с. Лебяжье                                                          | 0,50 ± 0,08            | Чернозем типичный  | 0,45                                     |  |
| 2                                                                 | д. Анпилогово                                                       | 0,48 ± 0,03            |                    |                                          |  |
| 3                                                                 | п. Черемушки                                                        | 0,43 ± 0,13            |                    |                                          |  |
| 4                                                                 | п. Щетинка                                                          | 0,43 ± 0,02            |                    |                                          |  |
| 5                                                                 | 1-я Моква                                                           | 0,43 ± 0,13            |                    |                                          |  |
| Касторенский район [2]                                            |                                                                     |                        |                    |                                          |  |
| 1                                                                 | с. Петровка                                                         | 0,49 ± 0,03            | Чернозем типичный  | 0,60                                     |  |
| 2                                                                 | с. Андреевка                                                        | 0,66 ± 0,07            |                    |                                          |  |
| 3                                                                 | п. Касторное                                                        | 0,64 ± 0,07            |                    |                                          |  |
| 4                                                                 | с. Успенка                                                          | 0,62 ± 0,05            |                    |                                          |  |
| 5                                                                 | с. Азарово                                                          | 0,57 ± 0,04            |                    |                                          |  |
| Мантуровский район [2]                                            |                                                                     |                        |                    |                                          |  |
| 1                                                                 | с. Верхосеймье                                                      | 0,49 ± 0,01            | Чернозем типичный  | 0,54                                     |  |
| 2                                                                 | с. Засеймье                                                         | 0,56 ± 0,05            |                    |                                          |  |
| 3                                                                 | д. Барзенково                                                       | 0,53 ± 0,07            |                    |                                          |  |
| 4                                                                 | с. Рябиново                                                         | 0,5 ± 0,01             |                    |                                          |  |
| 5                                                                 | п. Мантурово                                                        | 0,60 ± 0,02            |                    |                                          |  |
| Беловский район [2]                                               |                                                                     |                        |                    |                                          |  |
| 1                                                                 | Ст. Белая                                                           | 0,37 ± 0,03            | Серая лесная       |                                          |  |
| 2                                                                 | С. Песчаное                                                         | 0,40 ± 0,01            |                    |                                          |  |
| 3                                                                 | М. Солдатское                                                       | 0,38 ± 0,04            |                    |                                          |  |
| 4                                                                 | П. Д. Колодезь                                                      | 0,40 ± 0,01            | Темно-серая лесная |                                          |  |
| 5                                                                 | Д. Лешаково                                                         | 0,41 ± 0,01            |                    |                                          |  |
| Содержание йода для серых лесных почв по авторским работам, мг/кг |                                                                     |                        |                    |                                          |  |
| 1                                                                 | По А.П. Виноградову                                                 | 0,3 – 6,7              |                    |                                          |  |

| № п/п | Место взятия почвенных проб (исследованию подвергались почвы пашни) | Содержание йода, мг/кг | Тип почв | Среднее содержание йода по району, мг/кг |
|-------|---------------------------------------------------------------------|------------------------|----------|------------------------------------------|
| 2     | По Н.А. Протасовой                                                  | 0,8 – 3,9              |          |                                          |
| 3     | По В.В. Ковальскому (1970)                                          | 4,3                    |          |                                          |
| 4     | Кларк по А.П. Виноградову                                           | 2,6                    |          |                                          |
| 5     | По Ю.Н. Зборищуку                                                   | 2,92                   |          |                                          |
| 6     | Среднее значение в ЦЧР по Н.А. Протасовой                           | 2,4                    |          |                                          |

В соответствии с градацией почв по содержанию валового йода, предложенной Н.А. Протасовой, А.П. Щербаковым и М.Т. Копаевой почвы исследуемых районов относятся к очень высокодефицитным. При внесении в почвы данного типа йодсодержащих реагентов были получены коэффициенты биологического поглощения (КПБ) для проростков ячменя (*Hordeum sativum* Lessen). Значения КПБ при внесении стандартного раствора KI в количестве 100% и выше нормосодержания возросло более чем на порядок, при этом аналогичное воздействие йод-иона в препарате «Йодис» такого же активного процесса миграции в растительный организм не вызвало (Табл. 2).

Таблица 2.- Динамика распределения йода при прорастании биотест-культуры ячменя (*Hordeum sativum* Lessen)

| Район пробоотбора | Вносимый реагент       | Схема эксперимента | Среднее содержание йода в почве исследуемого района, мг/кг | Содержание йода в проростках ячменя, мг/кг | КБП          | Динамика содержания J в проростках ячменя, % | Динамика содержания J в зерне ячменя, % |
|-------------------|------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Железногорский    | -                      | Контроль           | 0,88                                                       | 0,800                                      | 0,91         | -                                            | -                                       |
|                   | Стандартный раствор KI | 50% Н*             |                                                            | 2,584                                      | 2,94         | 223,000                                      | 131,176                                 |
|                   |                        | 100% Н             |                                                            | 8,955                                      | <b>10,18</b> | 1019,375                                     | 599,632                                 |
|                   |                        | 150% Н             |                                                            | 11,290                                     | <b>12,83</b> | 1311,250                                     | 771,324                                 |
|                   | «Йодис»                | 50% Н              |                                                            | 0,213                                      | 0,24         | -73,333                                      | -43,137                                 |
|                   |                        | 100% Н             |                                                            | 0,362                                      | 0,41         | -54,792                                      | -32,230                                 |
|                   |                        | 150% Н             |                                                            | 0,852                                      | 0,97         | 6,458                                        | 3,799                                   |
| Дмитриевский      | -                      | Контроль           | 1,17                                                       | 0,752                                      | 0,64         | -                                            | -                                       |
|                   | Стандартный раствор KI | 50% Н              |                                                            | 2,305                                      | 1,97         | 206,449                                      | 121,441                                 |
|                   |                        | 100% Н             |                                                            | 5,372                                      | 4,59         | 614,317                                      | 361,363                                 |
|                   |                        | 150% Н             |                                                            | 7,117                                      | <b>6,08</b>  | 846,365                                      | 497,862                                 |
|                   | «Йодис»                | 50% Н              |                                                            | 0,613                                      | 0,52         | -18,440                                      | -10,847                                 |
|                   |                        | 100% Н             |                                                            | 0,417                                      | 0,36         | -44,592                                      | -26,231                                 |
|                   |                        | 150% Н             |                                                            | 1,467                                      | 1,25         | 95,035                                       | 55,903                                  |

\* Н – средненормальное содержание валового йода в почвах Курской области, принятое за фоновое (0,04 мг/кг).

Важно отметить и то, что при внесении в почву препарата «Йодис» содержание йода в зерне биотест-культуры ячменя (*Hordeum sativum* Lessen) возрастает только в случае достаточно высоких концентраций, а при внесении даже незначительного количества йод-иона в виде йодида калия содержание йода в зерне возрастает почти в шесть раз, что имеет очень важное значение в условиях йододефицита Курской области.

#### ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИСУБСТРАТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПОЧВЕННЫХ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ НОРМИРОВАНИИ ГОРОДСКИХ ПОЧВ

Горленко М.В., Хорошилова Е.М.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,  
gorlenko@nm.ru

Актуальным направлением развития технологий эконормирования почв является продвижение методов биоиндикации и биомониторинга. Перспективным направлением здесь представляется развитие многофакторного микробиологического мониторинга, где в качестве комплексного биосенсора выступает нативное микробное сообщество почвы. Ввиду малого размера составляющих организмов и быстрого времени реакции, состояние этого сложного объекта, как зеркало, должно отражать изменения, происходящие с почвой.

Наиболее информативным на сегодняшний день способом экспресс-мониторинга состояния микробного сообщества является мультисубстратное тестирование – МСТ. Метод МСТ основан на одновременном измерении способности микробного сообщества к потреблению большого количества простых органических субстратов, характеризуя его функциональное биоразнообразие. Технология реализована в виде автоматической компьютеризованной системы «Эко-Лог», позволяющей за небольшое время (48 часов) получить в автоматическом режиме функциональный многомерный «отпечаток пальца» сообщества. На его основании, применяя математический аппарат теории систем и теории биоразнообразия, можно вычислить *абсолютные* критериальные параметры системы характеризующие: функциональное разнообразие (число потребленных сообществом субстратов N), энергетику (удельная метаболическая работа сообщества W) и неустойчивость (коэффициент рангового распределения Горленко D) исследуемого сообщества. Предполагается, что сообщества с высоким биоразнообразием, устойчивостью

и энергетикой будут присущи благополучным местообитания и наоборот. Была составлена таблица соответствий параметров МСТ и существующих нормативных параметров.

| Оценка экологического состояния территории<br>* * * * *                                                                                                                                                                                                                                          |                         |      | Параметры МСТ      |                                              |                                  |                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------|--------------------|----------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| Качественные признаки состояния природной среды                                                                                                                                                                                                                                                  | Уровень потери качества |      | Неустойчивость (D) | Биоразнообразие (N/N <sub>max</sub> **) x100 | Продуктивность (W**) (W**) (W**) | Состояние микробной системы |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Категория               | балл |                    |                                              |                                  |                             |
| Отсутствие признаков:<br>- угнетение естественных и антропогенных биоценозов;<br>- нарушение комфортности жизнеобеспеченности человека;<br>- нарушение природных сфер и их функционального равновесия                                                                                            | Условно нулевой         | 1    | 0-0,4              | 80-100                                       | >1500                            | Отличное                    |
| - заметное угнетение биоценозов;<br>- природная среда в целом удовлетворительна для существования человека;<br>- признаки нарушений отдельных природных сфер обратимого характера                                                                                                                | Низкий                  | 2    | 0,4-0,6            | 60-80                                        | 1500                             | Хорошее                     |
| - природные биоценозы сильно угнетены, производство пищевой продукции неэффективно из-за низкого качества и низкого плодородия почв;<br>- признаки ухудшения здоровья населения из-за неблагоприятных условий окружающей среды;<br>- природная среда не справляется с деградиционными нагрузками | Средний                 | 3    | 0,6-0,8            | 40-60                                        | 1000                             | Угнетенное                  |
| - невозможность длительного существования искусственных насаждений, противопоказанность использования земель для производства продовольственной продукции;<br>- существенная деградация населения по состоянию здоровья;<br>- необратимые изменения природных сфер, исключаяющие самовосстанов-  | Высокий                 | 4    | 0,8-1              | 20-40                                        | 600                              | Кризисное                   |

|                                                                                                                                                                                                                |                  |   |    |     |      |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---|----|-----|------|------------------|
| ление природной среды                                                                                                                                                                                          |                  |   |    |     |      |                  |
| - биопродуктивность земель нулевая;<br>- прямой контакт с природной средой опасен для здоровья и существования человека;<br>- природные сферы необратимо нарушены и не могут выполнять своих природных функций | Катастрофический | 5 | >1 | <20 | <600 | Катастрофическое |

\* . Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба. Госкомэкология России. Утверждена Председателем Госкомэкологии России 09 марта 1999 г. М., 1999.

\*\* . Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель // Сб. статей «Охрана окружающей природной среды: почвы», М.: ВНИИ природы, 2001, С. 65-110.

\*\*\*. Критерии предоставлены для усредненной модельной почвы. Необходима корректировка параметров для каждой из категории почв

\*\*\*\* максимальное возможное значение, вычисляемое отдельно для каждого класса почв

Проверка эффективности нормирования проводилась тестированием 20 образцов городских почв общественных, селитебных, производственных и природных зон г. Москвы. Параллельно проводился анализ 27 химических параметров (тяжелые металлы, нефтепродукты и пр.) почв. Из 25 исследованных образцов при разбивке на 3 категории (благополучные, умеренно нарушенные, сильно нарушенные) совпадение оценок основанных на химико-аналитических данных и показателях МСТ превышало 90%.

Выявлены значимые непараметрические корреляции (кендалл-тау) коэффициента В с содержанием таких тяжелых металлов как Cu, Pb, Hg и содержанием бензпирена, что подтверждает чувствительность и информативность метода.

Метод МСТ привлекателен в задачах экологического нормирования так же своей способностью определения и корректировки в модельном эксперименте ПДК любого загрязнителя для *конкретного* типа почвы. Это осуществляется на основании теоретического предположения о начале необратимой деструкции системы при достижении значений параметра рангового распределения  $D > 1$ .

Таким образом, метод мультисубстратного тестирования проявил себя как чувствительный и адекватный метод оценки состояния почв и может быть рекомендован в широком спектре задач оценки качества почв и экологическом нормировании и биобонитировки.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №10-04-01681*

## ОПЕРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ПОЧВ

*Григорьев В.Я., Флёсс А.Д., Якушев Н.Л.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
erosion-msu@yandex.ru

Противоэрозионное состояние почв на сельскохозяйственных угодьях оценивают показателями их стойкости к эрозии. Под стойкостью почв к эрозии понимают сопротивляемость их эродирующему воздействию водных и воздушных потоков, а также капель дождя. Количественно стойкость почв к эрозии оценивают критическими скоростями водного потока ( $V_{др}$ ), соответствующих началу интенсивного и постоянного во времени отрыва и переноса почвенных частиц (агрегатов), критическими скоростями воздушного потока ( $V_{м1}$ ), соответствующих началу массового движения почвенных структурных отдельностей и критическими скоростями падения капель дождя, при которых происходит интенсивное разрушение водопрочной структуры почвы ( $V_{кр}$ ) и начинается разбрызгивание почвенных частиц ( $V_{крp}$ ). Для оперативного их определения целесообразно применять преобразованные нами уравнения, приведенные в работах [1-3].

Первым этапом дождевой эрозии почв является разрушение водопрочной их структуры дождевыми каплями. Наиболее интенсивное разрушение наблюдается в течение первых 30 мин дождя. Изменение средневзвешенного диаметра водопрочных агрегатов (не покрытых растительностью почв) за это время дождя ( $d_d$ ) относительно исходного диаметра до дождя ( $d$ ) определяется по эмпирическому уравнению:

$$d_d/d = 0,4 + (d_0/d - 0,4) \exp(-16 k_w r) \text{ при } d \leq 6 \text{ мм}, \quad (1)$$

где  $d_0$  – средневзвешенный диаметр водопрочных агрегатов капиллярно насыщенной исходной почвы,  $r$  – интенсивность дождя, мм/мин;  $k_w$  – эмпирический коэффициент, зависящий от исходной влажности почвы. Величины  $k_w$  для воздушно сухой и капиллярно увлажненной исходной почвы соответственно равны 0,1 и 0,03.

Учитывая, что после уплотнения, высушивания и последующего рыхления почвы величина  $d$  частично восстанавливается, можно допустить предел разрушения  $d_d/d$ , равный 0,8. Тогда решение уравнения (1) относительно  $r$  позволяет определить допустимое значение ( $r_{доп}$ ). Далее по известной взаимосвязи интенсивности ( $r$ ) и скорости падения капель ( $V_k$ ) естественного дождя определяется критическая величина скорости капель и  $V_{крk} = 6,47 r_{доп}^{0.1}$ .

С момента появления на поверхности почвы плёнки воды толщиной ( $H$ ), равной 0,7  $d_d$  начинается процесс разбрызгивания почвен-

ных частиц (агрегатов). Критические (не разбрызгивающие) скорости падения капель дождя ( $V_{крp}$ ) для несвязных и связных почв соответственно определяются по следующим эмпирическим уравнениям:

$$V_{крp} = 12,8 \cdot k_p \sqrt{d_d} \quad \text{и} \quad V_{крp} = 12,9 \cdot V_{дрc} \quad \text{при} \quad 0,15 < V_{дрc} < 0,35 \quad \text{м/с} \quad (2)$$

где  $V_{дрc}$  – донная размывающая скорость потока для связной почвы, м/с. Величина коэффициента  $k_p$  зависит от размера частиц ( $d_d$ ): при  $d_d \geq 1,5$  мм  $k_p = 1$ ; при  $0,5 \leq d_d < 1,5$  мм  $k_p = 0,7$ ; при  $0,1 < d_d < 0,5$  мм  $k_p = 0,34$ .

С увеличением толщины водной пленки (слоя воды) на поверхности почвы ( $H$ ) процессы разрушения структуры почвы и разбрызгивания почвенных частиц затухают. Величины  $V_{крc}$  и  $V_{крp}$  увеличиваются. Например, для несвязных почв увеличение  $V_{крp}$  пропорционально  $1,43 H/d_d$ .

Далее на поверхности почв склонов образуется сток воды. В зависимости от уклона склонов формируется разнообразная ручейковая сеть стока. В этих случаях противозерозионное состояние почв в основном зависит от критической (размывающей) скорости потока ( $V_{др}$ ). Для оперативного определения  $V_{др}$  соответственно для несвязных ( $V_{др0}$ ) и связных ( $V_{дрc}$ ) почв целесообразно использовать следующие эмпирические уравнения:

$$V_{др0} = 2,7 \sqrt{d} \quad \text{при} \quad d \geq 0,2 \text{ мм и} \\ V_{др} = V_{др0} \sqrt{7,3 \cdot 10^{-12} / d^3 + 1} \quad \text{при} \quad d > 0,1 \text{ мм} \quad (3)$$

$$\text{и для связных } V_{дрc} = V_{др0} \sqrt{m_2 (1 + 0,4l / \alpha_0)} \quad (4)$$

В зависимости от глубины вреза ручейков величина  $d$  для расчета  $V_{др}$  изменяется от  $d_d$  до  $d_0$ . Наиболее часто в расчетах величина  $d$  принимается равной  $d_0$ . Коэффициенты  $m_2, l, d_0$  рассчитываются по эмпирическим уравнениям:

$$m_2 = 1 + 4 \cdot 10^{-2} \exp(23R); \quad l = 6 \cdot 10^{-4} \exp[8,6(\rho_v - 1,2)]; \\ \alpha_0 = 1,9 \cdot 10^{-3} (C_{фп} / C_{фг})^{1,3}, \quad (5)$$

где  $R$  – содержание живых корней растений диаметром менее 1 мм, %;  $\rho_v$  – плотность почвы, т/м<sup>3</sup>;  $C_{фп}, C_{фг}$  – содержание физического песка и физической глины, %.

Показатель стойкости к ветровой эрозии ( $V_{m1}$ ) определяется по следующим эмпирическим уравнениям:

$$V_{m1} = 2,8 \cdot 10^2 \sqrt{I_{60}} \quad \text{при} \quad D > 1 \text{ мм;} \\ V_{m1} = 4,8 \cdot 10^{-2} \cdot V_{m1} / \sqrt{D} \quad \text{при} \quad D > 0,3 \text{ мм,} \quad (6)$$

где  $l_{60}$ ,  $D$  – соответственно средневзвешенный диаметр мелких агрегатов, составляющих 60% и агрегатов в целом для почвы при сухом просеивании, м.

Для оценки пространственно-временной изменчивости показателей стойкости почв к разным видам эрозии необходимы массовые определения свойств их обуславливающих ( $d$ ,  $l_{60}$ ,  $R$ ,  $\rho_v$ ,  $C_{фп}$  или  $C_{фг}$ ). Несмотря на простоту методов их определений они требуют больших затрат труда, времени и специального оборудования, поэтому для оперативного определения целесообразно использовать более простые связи и методы. Для рыхлых несвязных почв (пар, пропашные культуры, перед посевом других культур) применимы следующие связи [1]:

$$\begin{aligned} d &= \alpha D^{0,76}; \quad l_{60} = K_1 (D/D_m)^2; \\ D &= 10,8 \cdot 10^{-3} (P_m \cdot D_m)^{0,57} \end{aligned} \quad (7)$$

Величина коэффициента  $\alpha$ , зависящая от исходной влажности, определяется по результатам структурно-агрегатного анализа (по методу Н.И. Саввинова) воздушно сухих и капиллярно увлажненных проб почвы при двух или трёх разных значениях её комковатости ( $D$ ). Значение коэффициента  $K_1$  принимается равным 15,0. Средний размер ( $D_m$ ) и процентное содержание ( $P_m$ , %) наиболее крупной фракции комочков (агрегатов), составляющих при сухом просеивании не менее 5% от общей массы почвы определяют ситовым способом путём просева почвы или планиметрическими методами путём измерения размера ( $D_{мп}$ ) и подсчета количества агрегатов крупной фракции и доли занятой ими площади ( $P_{мп}$ , %) на поверхности почвы. Установлено, что  $D_m = 1,25 D_{мп}$  и  $P_m = 0,8 P_{мп}$ .

Донная размывающая скорость для связных ( $V_{дрс}$ ) почв под различными сельскохозяйственными культурами и изменчивость её во времени определяются по следующим уравнениям [2]:

$$V_{дрс} = K_d K_t V_{др}; \quad K_d = 0,6 + 0,4K \cdot \Pi / 100; \quad K_t = a + b \Pi_{отн} / 100,$$

где  $\Pi$ ,  $\Pi_{отн}$  – соответственно реальное и относительное к максимальному проективное покрытие растений в определённый срок, %;  $K$  – коэффициент, равный 0,5 – для кукурузы, 0,6 – для зерновых, 0,67 – для трав;  $a$  – коэффициент, равный 0,62 – для озимых, 0,71 – для яровых;  $b$  – коэффициент, равный 0,38 – для озимых, 0,29 – для яровых;  $V_{дрм}$  – максимальное значение  $V_{дрс}$  в период максимального развития растений при  $\Pi_r$ , равным 100 %. Величина  $V_{дрм}$  рассчитывается по уравнениям (4), (5). Следовательно по динамике  $\Pi_r$  в вегетационный период можно оценить изменения  $V_{дрс}$  почв под различными сельскохозяйственными культурами.

#### Литература

1. Бобков А. В., Григорьев В. Я. Пути и проблемы оценки противоэрозийной стойкости почв // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 13. М. 2001. С. 25–44.
2. Кузнецов М. С., Гендугов В. М. Критические для почв скорости и касательные напряжения водных потоков // Вестн. Моск. Ун-та . Сер. 17, почвоведение. 1996. № 1. С.43–49.
3. Кузнецов М.С., Гендугов В. М., Якушев Н.Л. Моделирование эродирующего действия дождевых капель // Труды ин-та экол. почвоведения МГУ. Вып.6. М. С. 165 – 179.

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

*Гришко В.Н., Сыщикова О.В., Кориновская О.Н., Комаров М.А.*

Криворожский ботанический сад НАН Украины, г. Кривой Рог,  
vit.grishko@rambler.ru

Земельная и аграрная реформы в нашей стране существенно повышают требования к точности контроля за состоянием почв, как компонентов природных экосистем, так и агроландшафтов. Учитывая, что достоверность информации о состоянии почвенного покрова, составе и свойствах почв невозможна без оценки интенсивности и направленности биологических процессов возрастает необходимость использования микробиологических и биохимических критериев оценки степени плодородия почв (Иутинская, 2001). Они, наряду с другими современными методами почвоведения и агрохимии, должны быть основой для разработки рекомендаций по применению удобрений и мелиорантов, внедрения современных агротехнологий, не только приводящих к существенному повышению урожайности, но и позволяющих минимизировать экологические риски (Медведев, 2003; Балюк, 2006).

Вместе с этим необходимо констатировать, что с ростом урбанизации возрастает негативное влияние промышленности на почвенный покров, особенно вблизи действия предприятий металлургической, химической промышленности и тепловых электростанций. Так, например, на значительных территориях вблизи предприятий металлургической и горнорудной промышленности г. Кривой Рог (Украина) происходит увеличение в 5-160 раз содержания в почве как валового количества фтора и тяжелых металлов различных классов опасности, так и их подвижных форм (Гришко, 2009). Значительные периоды выведения их из почв, которые для свинца составляют 5900-7400, меди – 310-1500, кадмия – 13-110 лет, безусловно, повышают экологический риск, вызы-

ваемый этими токсикантами для почв и живых организмов. Поэтому для целей экологического нормирования и мониторинга необходима стандартизация и разработка биологических методов оценки состояния почв. Эта проблема является актуальной как для Украины, так и для России.

Нам представляется перспективным использование нескольких методических подходов. Один из них – количественный учет основных физиолого-трофических групп почвенных микроорганизмов. В нормировании уровня загрязнения почв соединениями фтора целесообразно использовать изменение численности бактерий, участвующих в минерализации органических и трансформации неорганических азотсодержащих соединений (количество которых снижается в 8-10 раз в зависимости от уровня загрязнения почв соединениями фтора), а также стрептомицетов (снижается до 90 раз). Тогда как количество микромицетов уменьшается лишь в 3-4 раза, что, учитывая значительную сезонную динамическую изменчивость показателей численности микроорганизмов, делает менее перспективным использование этого показателя для оценки уровня фторидного загрязнения почв (Гришко, 1998, 2003). Но для нормирования почв, загрязненных тяжелыми металлами, использование изменения численности микромицетов по мнению Марфениной О.Е. (1998) и Колесникова С.И. (2005, 2008) является перспективным. Наши исследования также показали, что в верхних слоях эдафотопов (0-10 см), испытывающих загрязнение промышленными выбросами металлургического предприятия, численность микромицетов снижалась в 8,5 раз по сравнению с зональной почвой, и на 37% по сравнению с нижележащим слоем (20-30 см) почвы промышленной площадки (Коріновська, Гришко, 2010).

Одним из следующих методических подходов для диагностики состояния почв и их экологического нормирования может служить характеристика изменений видового состава ценоза микроорганизмов. В верхнем, наиболее загрязненном соединениями свинца, меди, цинка, кадмия и никеля, слое почвы промышленной площадки АрселорМиттал Кривой Рог были представлены лишь микромицеты классов *Mucor* и *Penicillium* (в частности *Mucor globulus*), которые оказались наиболее устойчивыми к повышенному содержанию тяжелых металлов, тогда как в видовом разнообразии зональной почвы ведущее место занимали представители классов *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trixoderma*, *Penicillium*, *Mucor* (*Mortierella jenkini*, *M. parvispor*, *Aspergillus niger*, *A. ustus*, *A. ochraceus*, *Mucor racemosus*, *Fusarium oxysporium*, *Trixoderma varide* и др.).

Изучение резистентности стрептомицетов, выделенных из эдафотопов промышленной площадки фабрики по обогащению железной

руды Северного горно-обогатительного комбината (г. Кривой Рог), в сравнении с черноземом обыкновенным, происходят существенные перестройки в ценозе актиномицетов р. *Streptomyces* за счет изменения доминантов и исчезновения чувствительных к тяжелым металлам видов (Гришко, Сыщикова, 2010). Так, посев чистых культур стрептомицетов, выделенных из загрязненной почвы на крахмало-аммиачный агар, в который вносили  $\text{CdSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$  и  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \cdot \text{Pb}(\text{OH})$  в концентрациях 0,75, 1, 3, 5 и 10 ПДК (каждого из металлов) показал возрастание в сообществе доли *S. albocrustosus* от 30,4% (при концентрации тяжелых металлов 0,75 ПДК в селективной среде), до 38,7% – при 3 ПДК, а также *S. conganensis*: процент участия которого составлял 21% – при 0,75 ПДК, 34,7% – при 1 ПДК и 31,6% – при 3 ПДК. На этих средах, не обнаружены *S. luteolucescens* и *S. brasiliensis-1*, но появляются 3 новых вида: *S. atratus*, *S. ravulus* и *S. subhalophilus*, являющиеся толерантными к действию тяжелых металлов. Увеличение содержания токсикантов в питательной среде до 3 ПДК является селективным фактором отбора наиболее резистентных видов стрептомицетов. Среди видов, которые хорошо росли на отмеченной среде, нами выделены *S. conganensis*, *S. albocrustosus*, *S. sporostellatus* и *S. dayalbaghensis*, тогда как другие или вообще не росли, или имели угнетенный рост и развитие воздушного мицелия (*S. hofunensis*). Также этот подход может быть перспективным и в отношении почвенных дрожжей, для которых установлено наличие металлотолерантных видов.

Одним из следующих направлений экологического нормирования почв является использование показателей интенсивности биохимических процессов в едафотопях (Павлюкова, Долгова, 1993; Галиулин, 1989; Гришко, 1999, 2004, 2010; Колесников, Казеев, Вальков, 2000). Так, изучение функционирования амидогидролаз (аспарагиназы, глутаминазы, уреазы и аргиназы), а также дезаминаз (амидазы) в черноземах, загрязненных соединениями фтора показало, что даже при незначительном повышении накопления фтора в почве наблюдается ингибирование процессов дезаминирования амидов монокарбоновых кислот, гидролитического расщепления орнитина и глутамина (Гришко, 2010). Проведенные исследования активности кислой и щелочной фосфатаз, АТФ и АМФ-азы в почвах показали, что уже при минимальном уровне загрязнения соединениями фтора наблюдается уменьшение их активности (до 40% кислой фосфатазы и на 20% щелочной фосфатазы). С увеличением уровня фтора в почве происходит снижение активности АТФ и АМФ-азы до 80%, а других фосфатаз – до 60%.

Представленные результаты свидетельствуют о перспективности использования различных критериев биологической активности почв для экологического нормирования и оценки их состояния. Однако,

несмотря на имеющиеся подходы, необходимо выделить ведущих критериев для такой оценки. В этой связи интересными являются работы российских коллег на кафедре экологии и природопользования Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону). В Украине реализация поставленных задач осуществляется через подготовку соответствующей нормативной базы национальной системы стандартизации в области почвоведения, агрохимии и охраны почв техническим комитетом № 142 «Почвоведение», работающим на базе Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н.Соколовского» (г. Харьков).

Работа выполнена в рамках проекта № 36-10 «Транслокация тяжелых металлов и фтора в системе «почва-растение» и повышение устойчивости растений при действии абиотических факторов» целевой комплексной междисциплинарной программы научных исследований НАН Украины по проблемам устойчивого развития, рационального природопользования и сохранения окружающей среды.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГАЗОГЕНЕРИРУЮЩИХ ПОЧВ И ГРУНТОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ОТВЕДЕННЫХ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО

*Долина В.В., Шеромова А.В., Можарова Н.В.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
dvv89@rambler.ru, anyutka22@mail.ru, nvm47@list.ru

Работы, ведущиеся на строительных объектах, зачастую сильно меняют облик территории и слагающих ее почв. Трансформируется рельеф, появляются новые положительные и отрицательные формы, насыпи и понижения, механически нарушаются и переуплотняются почвы, перемещаются и перемешиваются почвы и грунты, складываются строительно-бытовые отходы, загрязняющие почвы и грунты, иногда они сжигаются, уничтожая растительность и микробиоту. На объектах строительства практически повсеместно встречаются насыпные грунты, уже содержащие примеси мусора, строительных, промышленных, бытовых органических отходов. Часто осваиваются заторфованные, сапропелевые почвы и грунты, рекультивированные поля орошения. В таких грунтах при разложении органики в результате жизнедеятельности анаэробной микрофлоры образуется биогаз, обычно содержащий метан (55-65%), углекислый газ (35-45%), примеси азота, водорода, кислорода и сероводорода. Наличие углеводородных газов в зоне строительства влияет на пожаро-взрывоопасность сооружаемых объектов, а выделение

метана и углекислого газа в атмосферу имеет неблагоприятные экологические последствия. В связи со всем вышеперечисленным, исследование антропогенно-преобразованных почв и техногенных поверхностных образований очень актуально для оптимизации использования этих объектов с целью улучшения экологической ситуации и создания комфортных условий для проживания человека.

Опасными в газогеохимическом отношении являются территории заболоченных водоразделов, образованных почвами и грунтами различного гранулометрического состава, залегающими на водоупоре. Один из изученных нами объектов, о котором пойдет речь ниже, расположен на Западной ледниковой моренной равнине к югу от р. Москвы. Преобладающий тип рельефа - равнинный, развитый на сравнительно плоской, слабо расчлененной доледниковой поверхности. Почвообразующие породы представлены в основном средне и тяжелосуглинистыми покровными суглинками, подстилаемыми московской мореной, насыпными породами тяжелого гранулометрического состава и тяжелосуглинистыми отложениями малых водотоков. Растительный покров представлен обильной сорно-полевой травянистой растительностью. Ранее почвы использовались в качестве несанкционированных свалок бытового мусора.

Анализ гранулометрического состава и влажности по профилю почв и грунтов показал наличие водоупора, который приводит к формированию грунтовых вод. В результате на водоразделах формируются перегнойно-глеевые почвы, а при их засыпании - техно-перегнойно-глеевые почвы. Почвы характеризуются повышенным содержанием органического углерода, низким соотношением пор аэрации к общей пористости, восстановительными условиями среды. Такие условия способствуют формированию интенсивных процессов бактериального образования метана. Процессы бактериального окисления метана в них слабо выражены. Это вызывает интенсивные процессы эмиссии метана в атмосферу.

На склонах в условиях поверхностного и внутрипочвенного передвижения влаги формируются агродерново-подзолистые глееватые почвы. Поверхностные горизонты почвы характеризуются повышенным содержанием органического углерода по сравнению с фоновыми аналогами, высоким отношением пор аэрации к общей порозности, окислительной обстановкой. Процессы метаногенеза в них ослабевают, а процессы метаноокисления возрастают. С поверхности почв выражена слабая эмиссия метана в атмосферу. Содержание углекислого газа в почвенном профиле может достигать 1%. Высокое окисление метана, с образованием углекислого газа, а также корневое и микробное дыхание способствует проявлению эмиссии углекислого газа в атмосферу. Эмис-

сия углекислого газа в атмосферу достигает высоких величин и сильно превышает аналогичные размеры характерные для фоновых почв. Высокая эмиссия метана в атмосферу способствует повышенному содержанию углекислого газа в атмосфере, превышая фоновые уровни на порядок.

*Техногенные поверхностные образования (ТПО)* представлены в основном суглинистыми литостратами. Они характеризуются повышенной техногенной плотностью, достаточно низкими показателями отношения пористости аэрации к общей пористости и восстановительными условиями среды, повышенным содержанием органического углерода и соответственно повышенным газогенерированием, высоким метанокислением.

*Техногенно-преобразованные* (техно-подзолистые) почвы характеризуются менее плотным (по сравнению с ТПО) сложением, высоким отношением пор аэрации к общей пористости, окислительной обстановкой, повышенным содержанием органического углерода умеренным метаногенезом. В местах сгорания бытового мусора отмечается резкое уменьшение или отсутствие проявлений бактериального окисления метана. В перечисленных почвах активности бактериального окисления метана не достаточно для полной утилизации метана, происходит его накопление в толще почв и грунтов и выделение в атмосферу, что приводит к повышенному его содержанию в приземном слое воздуха. Эмиссия углекислого газа с поверхности техногенных, лишенных растительности почв выражена слабее, чем с природных.

Таким образом, при планировании и рекультивации территорий строительных объектов, содержащих почвы и грунты с газогенерирующими слоями, необходимо инициировать процессы бактериального окисления метана, путем создания защитного гумусового слоя. Избегать мероприятий по сжиганию строительного мусора на поверхности почв. Для снижения содержания углекислого газа в атмосфере необходимо широкомасштабное озеленение с посадкой деревьев.

## НОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ

*Дмитраков Л.М., Дмитрикова Л.К.*

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения  
РАН Пущино Московской области, Россия, ldmitrakov@rambler.ru

История решения проблемы загрязнения окружающей среды и, конкретно, почв тяжелыми металлами (ТМ) путем установления нормативов их содержания насчитывает чуть больше полувека. К настоящему

времени установлены и узаконены: транслокационные и общесанитарные показатели вредности, ориентировочно допустимые (ОДК) и предельно допустимые концентрации (ПДК), предельно допустимые уровни (ПДУ) металлов-загрязнителей в почве, нижние и верхние их пороговые концентрации и некоторые другие параметры. Однако по отдельным взятым элементам они часто различаются на порядок в разных странах и у разных исследователей. Изучению данной проблемы посвящено множество исследований, на основании чего получены определенные закономерности закрепления металлов в почвах. Однако, полученные выводы часто весьма разноречивы, о чем свидетельствуют разные ПДК ТМ для почв в разных странах и разные суждения о токсичности некоторых металлов.

Выпущенное в 1995 г. Госкомэпиднадзором РФ Дополнение № 1 к перечню ПДК № 6229-91 (Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.020-94) «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах» с учетом гранулометрического состава и кислотности почв значительно облегчает решение вопросов нормирования ТМ в почвах. Продолжающаяся дискуссия о подходах к разработке ПДК в почвах свидетельствует о большой сложности нормирования ТМ в гетерогенных средах, какой является почва.

Считается, что установленные в нашей стране ПДК ТМ в почвах, из-за ошибочности исходных позиций разработчиков, вызывают большие сомнения и пользоваться ими довольно сложно. Они не соответствуют современному уровню развития науки и требуют разработки новых подходов и нормативов содержания металлов в системе почва-растение. Об этом было заявлено в решении международной конференции «Современные проблемы загрязнения почв», состоявшейся в МГУ в 2004 году: «Признать необходимым разработку новых ПДК загрязняющих веществ в почвах, переутверждение ранее действующих ПДК».

Оценка токсических концентраций ТМ и действия их на растения зависит от множества факторов. Они довольно сильно варьируют в зависимости от почвенных условий и состояния растений. При определении биологической доступности ТМ необходимо учитывать видоспецифические свойства растений. Большую трудность при аттестации ПДК представляет различная толерантность растений, в результате чего найденное значение ПДК будет характеризовать только тестовую культуру. В настоящее время в литературе нет общепризнанных универсальных количественных нормативных показателей накопления и фитотоксичности ТМ в растениях из-за их разной чувствительности к воздействию металлов. Фитотоксичным считается содержание металла в почве, снижающее продуктивность растений на 10 % по сравнению с чистым контролем. Рост концентрации ТМ в растительных тканях спо-

способствует не только снижению продуктивности растений, но и ухудшению качества продукции, которое необходимо учитывать при решении вопросов, связанных с нормированием ТМ в почвах. Показатель качества продукции является наиболее чувствительным при возделывании сельскохозяйственных культур с целью использования вегетативных частей растений или корнеплодов и его целесообразно учитывать при установлении нормативов ТМ в почвах. По данным Н.А. Черных и И.Н. Черных минимальные концентрации Cu, Pb, Cd в почве, вызывающие физиологические нарушения в растениях (снижение витамина С, каротинов, белков), составляют соответственно 60, 125 и 10 мг/кг.

При выращивании культур с использованием репродуктивных органов, содержание ТМ в них нельзя отнести к наиболее чувствительным показателям загрязнения почв. Низкое качество продукции может иметь место при содержании ТМ в репродуктивных органах ниже существующих ПДК для растений.

К настоящему времени предложены разные подходы и принципы нормирования ТМ в почвах. В работах Н.Г.Зырина с сотрудниками показано, что губительные концентрации ТМ для разных почв различны и зависят от времени взаимодействия металла с почвой. Содержание шести тяжелых металлов, в 3-10 раз превышающее фоновое, в почвах с кислой реакцией рассматривается как предельно допустимое. Авторы не относили рекомендованные ПДК к жестким нормативам.

В.Б. Ильиным разработаны принципы нормирования ТМ в зависимости от функционального назначения почв, а также исходя из бальной оценки буферности почв. Им предложено совокупность буферной способности почвы по отношению к ТМ и защитных приспособлений растений по ограничению поступления избыточных ионов называть экологическим потенциалом системы почва-растение.

В.В. Поповым и Г.А. Соловьевым предложено нормирование ТМ для почв со слабокислой и кислой реакцией среды по содержанию экстрагируемых форм.

Одним из новейших подходов к нормированию ТМ в почвах являются методы измерения активностей целого спектра металлов в почвенном растворе. Активности металлов в растворах измеряются различными методами, их можно рассчитать при помощи геохимической программы WHAM VI. Они позволяют рассчитывать концентрацию и активность Cu, Pb, Cd, Ni как функцию содержания в почве потенциально доступных форм металлов и основных почвенных характеристик (рН и содержания органического вещества).

Для обоснования ПДК ТМ для почв кроме показателей количества и качества биологической продукции необходимо также учитывать буферные свойства почв. Разработанные принципы нормирования ТМ,

исходя из балльной оценки буферности почв, представляются на данный момент наиболее объективными. Для этого, кроме реакции почвенного раствора, количества и состава гумуса учитываются другие свойства почв (содержание глинистых минералов, полуторных оксидов металлов, ОВП и т.д.). Необходимо также учитывать динамику почвенных процессов, химические свойства металлов-загрязнителей, их формы, различающиеся по составу и растворимости. Интегральной характеристикой, перечисленных выше свойств почв, может служить емкость катионного обмена, корреляция которой с буферностью более тесная, чем с содержанием гумуса и физической глины.

Установленные ПДК по фитотоксичности металла и его накоплению растениями можно было бы считать удовлетворительными, однако уровни ответной реакции почвенной биоты и растений различны. Растения могут переносить более высокие концентрации металла в почвах без видимого угнетения и накопления загрязнителя в репродуктивных органах. Поэтому имеется необходимость дополнительного использования микробиологического теста для учета реакции микрофлоры на изменение содержания ТМ в среде обитания. Под ним следует понимать количество и активность наименее толерантных к ТМ, но важных для нормального функционирования почвы микроорганизмов.

Среди исследователей, занимающихся нормированием ТМ в почвах, существует твердое убеждение, что более объективную оценку загрязнения почв можно получить при определении в них содержания подвижной формы металлов, чем валовой. Нормирование загрязнения по валовому содержанию ТМ можно считать как ориентировочное, особенно до концентрации элементов в 50-100 раз превышающее фон.

Принимая во внимание пестроту почвенного покрова, отличие почв по элементному составу и свойствам, неодинаковую способность их к инактивации ТМ, а также различную толерантность растений, неодинаковые адаптационные возможности микробного комплекса в разных почвах, необходимо продолжить поиск подходов к разработке новых ПДК загрязняющих веществ в почвах.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ВОСПРИИМЧИВОСТИ ПОЧВ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВДОЛЬ АВТОДОРОГ

*Загурский А.М.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, a-zag@mail.ru

Автомобильный транспорт является одним из основных источников загрязнения почв. Износ механизмов автомобилей, распыление перевозимых грузов способствуют накоплению вблизи автотранспортных дорог неорганических твердых частиц, представленных высокомагнитными соединениями железа. Данные частицы часто являются спутниками тяжелых металлов и сильно влияют на магнитные свойства верхних горизонтов почв. Это позволяет по величине магнитной восприимчивости судить о степени влияния дороги на почвы прилегающих территорий и определить ареал распространения загрязнения.

Нами было изучено пространственное распределение магнитной восприимчивости верхних горизонтов дерново-подзолистых почв Щелковского района Московской области. Выявлено, что восприимчивость верхних горизонтов почв, примыкающих к крупным автомобильным трассам, может достигать  $200 \cdot 10^{-8}$  м<sup>3</sup>/кг, а содержание магнитной фракции доходит до 0,1%, что в 10 раз превышает фоновые значения. При отсутствии густой растительности резкое снижение восприимчивости наблюдается в 10-20 м от дороги и приближается к фоновым значениям, а содержание магнитной фракции снижается до 0,03%. Таким образом, для дорог на территории исследуемого района можно выделять 10-метровую зону, в которой вклад автомобильного транспорта в значения восприимчивости верхних горизонтов максимален.

Отмечено, что магнитные частицы, поступающие атмосферным путем, наиболее долго сохраняются в лесной подстилке и торфяных горизонтах. Они легко выделяются и хорошо диагностируются по характерной морфологии. В непосредственной близости к дороге наиболее интенсивно накапливаются крупные частицы, размер которых может превышать 1 мм. Они анизометричны, остроугольны и имеют плотную структуру. Их содержание достигает 80% от всей магнитной фракции. По мере удаления от дороги содержание таких частиц падает до 10%, на смену им приходят хорошо изученные сферические магнитные частицы. Сферулы исследуемых почв широко варьируют по размерам от 5 до 200 мкм и степени разрушенности. Остальная масса представлена рыхлыми агрегатами мелких (до 10 мкм) округлых частиц преимущественно почвенного генезиса.

Таким образом, вдоль автомобильных трасс идет интенсивное накопление железа в составе магнитных минералов различной морфологии в верхних горизонтах прилегающих почв.

#### ХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВОГРУНТОВ С ВНЕСЕНИЕМ ФОСФОГИПСА В МОДЕЛЬНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

*Изосимов А.А., Каниськин М.А., Якименко О.С.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,  
aleksej-izosimov@rambler.ru

В настоящее время в целях повышения урожайности сельскохозяйственных культур, а также в качестве почвенных кондиционеров и рекультивационных объектов применяется все большее количество новых материалов. Для уменьшения производственных затрат в качестве подобных агентов часто выступают разнообразные отходы промышленности. Примером подобного использования промышленных отходов может служить фосфогипс.

Фосфогипс (ФГ) – побочный продукт производства экстракционной фосфорной кислоты, получаемой при разложении фосфатного сырья или апатитового концентрата смесью серной и фосфорной кислот дигидратным способом. Наличие в нем таких важных элементов питания растений, как кальций, фосфор, сера, делают его привлекательным в качестве удобрения на бедных почвах (Любимова, Борисочкина, 2007). Используют ФГ и в качестве мелиоранта почв солонцовых комплексов (Рекомендации..., 2006). Широкое применение ФГ, однако, сдерживается тем, что наряду с основным действующим веществом (гипсом) он содержит большое количество примесей – соединения стабильного стронция, фтора, фосфора и других элементов. В связи с этим для решения проблемы нормирования использования ФГ как почвенного кондиционера требуются многочисленные исследования о влиянии ФГ как на живые организмы, так и на состояние химических показателей почв при его внесении.

*Цель исследования* - оценка содержания подвижных форм потенциально опасных токсикантов: фтор, стронций и кадмий в модельном почвогрунте (МПГ) при внесении ФГ в условиях модельного эксперимента.

*Материалы и методы.* Исследование проводили с использованием МПГ, приготовленного промышленным способом в соответствии с международным стандартом ИСО 11268-1. Состав МПГ: каолин - 20%; переходный торф - 10%, строительный песок с размером частиц

0,2-0,4 мм - 70% (Фомин, Фомин, 2001). Содержание потенциально опасных примесей оценивалось в двух вариантах внесения ФГ: 3,3 и 7,5%. Выбор данных условий обусловлен тем, что концентрация ФГ равная 3,3% является граничной для нормального функционирования экосистемы МПГ (Каниськин, 2010). В качестве контроля использовали чистый МПГ. Для приготовления образцов ФГ, представляющий собой продукт переработки апатитового сырья Хибинского месторождения, предварительно просеивали через сито 1мм. Затем смешивали с МПГ в указанных выше пропорциях, после чего проводили инкубирование в течение 10 суток при температуре 25°C. В полученных образцах проводили анализ химических показателей, которые включали в себя: определение pH водной суспензии потенциометрическим методом; содержание фторид-ионов в водной вытяжке методом ионно-обменной хроматографии, также подвижных форм Ca, Sr, Cu, Zn, Cd, Pb методом ААС в ацетатно-аммонийной вытяжке.

*Результаты и обсуждение.* В работе показано, что внесение ФГ приводит к снижению значений pH почвенной суспензии с 5,8 – контроль, до 5,2 и 5,0 в вариантах с внесением 3,3 и 7,5% ФГ соответственно. Данная особенность связана с гидролитически кислой природой исследуемого мелиоранта. В свою очередь, изменение уровня pH может привести к изменению подвижности потенциально опасных веществ.

Внесение ФГ приводило к увеличению такого потенциального токсиканта, переходящего в ацетатно-аммонийную буферную вытяжку, как стронций. Содержание в чистом МПГ составляло 3,5мг/кг, увеличиваясь до 394мг/кг и 676мг/кг при внесении ФГ. Немаловажным фактом является, что для территорий, где содержание валовой формы стронция превышает 600мг/кг почвы, может отмечаться «уровская болезнь» у обитающих на ней людей (Ковальский, 1974). Данное обстоятельство требует существенного внимания при решении нормирования и сертификации ФГ как мелиорирующего агента и почвенного кондиционера. В то же время внесение ФГ существенно отразилось и на содержании подвижного кальция, приводя к его увеличению с 1106мг/кг в контроле до 7315мг/кг и 14751мг/кг, соответственно. В виду близости кристаллических решеток, ионы кальция и стронция могут легко замещать друг друга в живых организмах, поэтому были предложены критерии экологической опасности для окружающей среды, исходя из соотношения Ca/Sr, если отношение составляет менее 10 единиц, для более 20% почв исследуемой территории, то экологическая ситуация признается чрезвычайно опасной (Любимова, Борисочкина, 2007). В исследованных образцах данное соотношение находилось выше 10 при любой дозе ФГ и составляло 316 для МПГ и 18,6 и 21,8 для исследуемых доз ФГ соот-

ветственно. Таким образом, можно заключить о некой компенсации высокого содержания стронция кальцием, входящим в состав ФГ.

Содержание подвижных форм таких тяжелых металлов как Cd, Cu, Ni, Pb и Zn находилось ниже предела обнаружения, поэтому можно считать, что ФГ не представляет опасности по отношению к данным элементам.

В исследуемых образцах проводили определение содержания фторид-ионов переходящих в водную вытяжку. Внесение ФГ в указанных дозах приводило к существенному увеличению фторид-иона по сравнению с контролем более, чем в 2 и 3,5 раза. Так, значение содержания водорастворимых форм фтора в чистом МПГ составило 0,75мг/кг почвы, в то время как в вариантах с внесением ФГ – 1,55мг/кг и 2,35мг/кг соответственно. Немаловажным является то обстоятельство, что, несмотря на существенное увеличение концентрации фтора, значения во всех образцах остаются в рамках принятых для него ПДК (10мг/кг почвы для водорастворимых форм).

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют, что внесение ФГ приводит к значительному увеличению таких потенциально опасных веществ как фторид-ион и стронций, что может негативно отразиться на функционировании живых организмов, а также здоровье человека. Необходимо отметить, что для нормирования применения ФГ как мелиоранта и почвенного кондиционера необходимы дальнейшие исследования по влиянию ФГ как на химические показатели, так и на живые организмы в разнообразных тест-системах.

Авторы выражают признательность к.б.н. Ю.А. Завгородней и к.б.н. Е.А. Карповой за помощь в организации проведения химических анализов, Д.Б. Домашневу и компании «Пикса» за предоставление почвогрунта.

#### Литература

- Каниськин М.А. Исследование влияния добавок фосфогипса к почвогрунту на биотест-системах разной таксономической принадлежности и трофического уровня. - XVII Межд. конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». Тез. докл, секция «Почвоведение». М. - 2010. - с. 48.
- М.А. Ковальский В.Н. Геохимическая экология – М., 1974. – 298 с.
  - Любимова И.Н., Борисочкина Т.И. Влияние потенциально опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду. М.: ГНУ Почвенный институт имени В.В. Докучаева РАСХН.- 2007.- 48 с.
  - Рекомендации по использованию фосфогипса для мелиорации солонцов.- М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХ.- 2006.- 46 с.
  - Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. - М., 2001. - 226 с.

## НОРМИРОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОГИПСА В ПОЧВОГРУНТЕ ПО РЕАКЦИЯМ БИОТЕСТ-СИСТЕМ РАЗНЫХ ТРОФИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ

Канискин М.А.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, kaniskinmaksim@gmail.com

В настоящее время отсутствует стандартная система показателей для оценки влияния фосфогипса (ФГ) на качество почв. Очевидно, что в ходе экологического контроля целесообразно отслеживать изменения не только в химическом составе растений, но и трансформацию комплексов почвенных организмов разного таксономического уровня. Фосфогипс - отход производства экстракционной фосфорной кислоты, используемый в т.ч. в сельском хозяйстве при химической мелиорации слабосолонцеватых, солончаковых почв и солонцов. Широкое применение фосфогипса сдерживается тем, что наряду с основным действующим веществом (гипсом) и избытком подвижного фосфора он содержит большое количество примесей – соединения стабильного стронция, фтора, кадмия и других элементов, действие которых в условиях достаточного питания на биологические характеристики почв не исследовано (Любимова, Борисочкина, 2007).

В современной практической экологии для интегральной оценки качества среды и меры воздействия поллютантов уже достаточно широко наряду с химико-аналитическими, применяют интегральные биологические методы, основанные на реакциях живых организмов. Преимущество их в том, что они отражают в основном динамические свойства почв, в то время как данные по минералогии, химии и морфологии характеризуют главным образом консервативные, накопившиеся ранее свойства почв (Добровольский, Никитин, 1990). Использование лабораторных экспресс-биотестов, позволяющих дать информацию о неблагополучии в системе до проявления видимых (индицируемых) нарушений, обосновано необходимостью своевременно поставить точный «диагноз» при анализе природных сред и техногенных объектов (Терехова, 2007).

В природоохранных целях согласно нормативным документам в РФ рекомендуется использовать минимум 2 тест-системы, при условии, что они отражают реакцию разных таксономических групп и трофических уровней (Критерии..., 2001). Однако трофическая цепь в природных биоценозах надежно поддерживает устойчивость экосистем при сбалансированном функционировании всех трофических уровней: *продуцентов, консументов, редуцентов*. В связи с этим, на наш взгляд, целесообразно внедрять в практику новый принцип выбора тест-

организмов и в «батарею» биотестов включать представителей не двух по произвольному выбору исследователя, а минимум трех представителей разных трофических уровней (Терехова, 2009).

*Цель данной работы* - нормирование содержания фосфогипса в почвогрунтах на основе реакции биотест-систем разной таксономической принадлежности (высшие растения, половые клетки млекопитающих, водоросли, ракообразные, парамеции, микромицеты, бактерии), относящихся к разным звеньям трофической цепи (продуценты, консументы, редуценты).

*Материалы и методы исследования.* Исследование проводили в условиях лабораторного эксперимента с использованием модельного почвогрунта (МПГ), приготовленного промышленным способом в соответствии с международным стандартом ИСО 11268-1. Состав МПГ: каолин - 20%; переходный торф - 10%, строительный песок с размером частиц 0,2-0,4 мм - 70% (Фомин, Фомин, 2001). В работе исследовали 7 разностей МПГ с содержанием фосфогипса. – 0 (контроль); 1,1; 3,3; 7,5; 14,7; 25,0; 100 (% по массе). Используемый в экспериментах фосфогипс (ФГ) представлял собой продукт переработки фосфатного апатитового сырья (хибинского апатита Кировского месторождения).

Для комплексной экотоксикологической оценки из набора методов биотестирования, существующих в настоящее время, была выбрана схема экспресс-оценки в рамках реализуемой в ЛЭТАП концепции «Биосканер» с анализом степени уязвимости организмов на разных уровнях трофической иерархии. Исследовали тест-отклики продуцентов (микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* и *Chlorella vulgaris*, высшие растения *Sinapis alba* и смесь газонной травы (ГТ) «Универсал»), консументов (низшие ракообразные *Daphnia magna*, суспензии одноклеточных инфузории *Paramecium caudatum* и подвижных половых клеток млекопитающих (быка) *in vitro*) и редуцентов (свечящиеся бактерии - биосенсор «Эколюм», анализ сообществ микромицетов и бактерий методом стандартного посева на питательные среды). Токсикологические параметры рассчитывали с помощью пробит-анализа (Платонов, Ахалая, 2006). Полуэффективная доза -  $EC_{50}$  соответствовала такому содержанию добавки ФГ (в %), которое вызывало 50%-ное отклонение исследуемого параметра от контроля. Безвредная доза внесения ФГ - **NOEL** (no observed effect level) определялось как содержание ФГ, не оказывающее токсического действия на тест-организмы. Результаты представлены в таблице.

Наиболее чувствительными к внесению фосфогипса оказались тест-параметры: на трофическом уровне продуцентов – прирост численности клеток микроводорослей *Scenedesmus quadricauda*, на уровне консументов – выживаемость рачков *Daphnia magna*, на уровне редуцентов – изменение свечения люминесцентных бактерий «Эколюм».

Обобщая результаты экотоксикологических испытаний, на основе анализа откликов самых организмов трех основных трофических уровней, в порядке убывания чувствительности их можно представить следующим образом: продуценты > консументы > редуценты. Полученные данные свидетельствуют, что содержание ФГ выше 2% (по массе), вызывает токсичность почвогрунта.

Таблица

Токсикологические параметры  $EC_{50}$  и  $NOEL$  для биотест-систем различного трофического уровня при воздействии фосфогипса

| Продуценты                                                |           |        | Консументы                                    |           |        | Редуценты                          |           |        |
|-----------------------------------------------------------|-----------|--------|-----------------------------------------------|-----------|--------|------------------------------------|-----------|--------|
| Тест-параметры                                            | $EC_{50}$ | $NOEL$ | Тест-параметры                                | $EC_{50}$ | $NOEL$ | Тест-параметры                     | $EC_{50}$ | $NOEL$ |
| Всхожесть семян <i>Sinapis alba</i>                       | 20,9      | 9,6    | Смертность <i>Paramecium caudatum</i>         | 12,7      | 4,4    | Биолюминесценция бактерий «Эколюм» | 15,3      | 5,3    |
| Длина корней <i>Sinapis alba</i>                          | 8,7       | 3,8    | Эмиссия CO <sub>2</sub> («почвенное дыхание») | 46,4      | 18,4   | Биомасса грибных спор (БС)         | н.о.*     | н.о.   |
| Зеленая масса трав ГТ «Универсал»                         | 47,3      | 17,3   | Смертность <i>Daphnia magna</i>               | 7,7       | 2,8    | Биомасса грибного мицелия (БМ)     | 48,9      | 18,4   |
| Прирост численности клеток <i>Scenedesmus quadricauda</i> | 5,1       | 2,0    | Подвижность половых клеток <i>in-vitro</i>    | 23,8      | 10,3   | Отношение БМ/БС                    | 60,6      | 23,5   |

\* не обнаружено достоверного влияния содержания фосфогипса на показатель

Автор выражает глубокую признательность д.б.н. Тереховой В.А. за помощь в планировании и организации исследования, д.б.н. Степанову А.Л. за помощь в проведения исследований, к.б.н. Горленко А.С., Домашиневу Д.Б. и компании «Пикса» за предоставление фосфогипса и почвогрунта.

Работа выполнена в рамках проекта по государственному контракту № Н1/08 от 18.04. 2009г. с Департаментом природопользования и охраны окружающей среды Правительства г. Москвы.

Литература

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды, утверждены Приказом Министерства природных ресурсов Рос-

сии 15 июня 2001г № 511. - Любимова И.Н., Борисочкина Т.И. Влияние потенциально опасных химических элементов, содержащихся в фосфогипсе, на окружающую среду. М.: ГНУ Почвенный институт имени В.В. Докучаева РАСХН, 2007. 48с. - Терехова В.А. Биоиндикация и биотестирование в экологическом контроле// Использование и охрана природных ресурсов в России. Информационно-аналитический бюллетень. 2007. №1 (91). С. 88-90. - Терехова В.А. Биотестирование в оценке безопасности искусственных почвогрунтов из органосодержащих отходов // Экология производства. 2010. №2. С. 56-59. - Фомин Г.С., Фомин А.Г, ПОЧВА. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. 2001.- 304 с. - Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.

#### МОНИТОРИНГ БИОРЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

*Киреева Н.А.<sup>1</sup>, Водопьянов В.В.<sup>2</sup>, Григориади А.С.<sup>1</sup>, Гареева А.Р.<sup>1</sup>,  
Атепаева О.С.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Башкирский государственный университет, Уфа, Россия,  
nysha111@yandex.ru

<sup>2</sup>Уфимский государственный авиационный технический университет,  
vodop@yandex.ru

В настоящее время вопрос о восстановлении нефтезагрязненных территорий является весьма актуальным. От загрязнения нефтью и нефтепродуктами страдают экосистемы всех климатических зон. Большое значение имеет подбор эффективного метода для рекультивации почв разных типов от разных видов нефтепродуктов.

Целью данной работы была оценка состояния нефтезагрязненной и рекультивируемой почвы по показателям биологической активности. В качестве рекультивирующего фактора применялся бактериальный препарата Универсал, используемый ранее для восстановления нефтезагрязненных почв в условиях Крайнего Севера. Основой препарата является углеводородоксилюющий штамм *Rhodococcus equi*, выделенный из нефтезагрязненных почв Усинского и Воейского месторождений Республики Коми.

Полевые и лабораторные опыты проводились на образцах серой лесной почвы и чернозема обыкновенного, загрязненных нефтью, дизельным топливом и нефтешламом – твердым отходом нефтехимического комплекса, содержащим остаточную нефть и целевые и побочные продукты нефтехимического синтеза. Содержание нефтешлама и дизельного топлива в почве составляло 4-10% масс. При построении ма-

тематической модели для сравнения эффективности применяемого препарата оценивалось влияния биостимулятора. Действие биопрепарата оценивалось по изменению численности некоторых физиологических групп микроорганизмов и ферментативной активности почвы. Учет численности микроорганизмов проводили по общепринятым методам посева на агаризированные среды. Каталазная активность определялась газометрическим, а дегидрогеназная активность – спектрофотометрическим методом.

Развитие микроорганизмов, использующих органические формы азота, ингибировалось действием нефтепродуктов на протяжении всего эксперимента. Внесение препарата напротив стимулировало рост данной группы микроорганизмов. Численность в образцах почвы, подвергнутой обработке препаратом, через 90 сут возрастала в 3-7 раз в зависимости от состава нефтепродуктов и степени загрязнения. Было отмечено, что с ростом концентрации поллютанта, возрастает численность микроорганизмов в образцах рекультивируемой почвы, видимо, за счет развития специфической микробиоты, которым доступны питательные и энергетические ресурсы в виде углеводов. Схожая динамика отмечалась и для микроорганизмов, использующих минеральные формы азота. Следует отметить, что наибольшим токсическим эффектом обладали летучие нефтепродукты в составе дизельного топлива.

Численность целлюлозолитиков достоверно не менялась в образцах обработанной и загрязненной почв. Использование препарата не оказало значительного влияния на развитие данной группы микроорганизмов, наблюдалось токсическое воздействие нефтепродуктов во всех вариантах опыта.

Дегидрогеназная активность серой лесной почвы через 90 суток с момента обработки Универсалом возросла в сравнении с образцами загрязненной почвы, не подвергнутой рекультивации, в пределах от 1,2 до 2,1 раз в зависимости от вариантов опыта. Следует отметить, что в образцах почвы, загрязненных дизельным топливом в концентрации до 10% значения активности дегидрогеназы не имели достоверной разницы с контролем. Влияние нефти на активность дегидрогеназы в черноземе было минимальным, по сравнению с активностью этого фермента в серой лесной почве. В вариантах опыта с использованием бакпрепарата также наблюдалось стимулирование ферментативной активности. Таким образом, можно сделать вывод, что в образцах почвы с меньшим содержанием нефтепродуктов активно идет процесс разложения углеводов, т.к. дегидрогеназы катализируют реакции дегидрогенирования органических веществ и принимают участие в разложении углеводов.

Аналогичные данные были получены при исследовании изменений каталазной активности загрязненной и рекультивируемой почвы. Однако данный тип почвы оказался устойчивым к негативному воздействию нефтепродуктов. В почве, загрязненной дизельным топливом, значения каталазной активности через 90 сут приближался к фоновому значению.

Таким образом, по показателям биологической активности можно заключить, что использование препарата оказало стимулирующее влияние на темпы разложения нефтяных углеводородов и способствовало снижению токсичности загрязненной почвы.

Для рассмотрения прогноза воздействия на процессы деструкции нефти внесения в почву УОМ была создана математическая модель. Результаты численного моделирования представлены на рис.

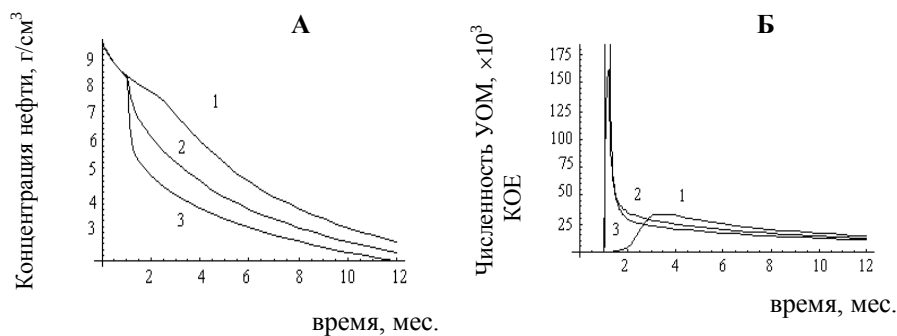


Рис. Результаты моделирования биodeградации нефтяных углеводородов (А) и численности УОМ (Б) в нефезагрязненной почве при различных уровнях внесения ассоциации УОМ: 1 - загрязнение без дополнительной обработки; 2 - внесение биостимулятора; 3 - внесение биопрепарата.

Из проведенных расчетов видно, что при внесении УОМ можно прогнозировать существенное ускорение разложения нефти в начальный период времени. Однако численность УОМ достаточно быстро стабилизировалась на уровне фонового в загрязненной почве, и к концу года количество разложившейся нефти несущественно превышало уровень без внесения УОМ.

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП НОРМИРОВАНИЯ ВНЕСЕНИЯ (ПОСТУПЛЕНИЯ) ЛЕГКОВОЗОБНОВЛЯЕМОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПАХОТНЫЕ ПОЧВЫ

*Козум Б.М.*

Почвенный институт им. В.В.Докучаева РАСХН, Москва, Россия, ko-  
gutb@mail.ru

Органическое вещество почвы можно условно разделить на две основные категории в зависимости от чувствительности к биохимическому разложению и антропогенной трансформации: лабильную, быстро минерализуемую часть, обеспечивающую растения элементами питания, и устойчивую, консервативную часть гумуса, сохраняющуюся в течение длительного времени (Кононова, 1963; Тейт, 1991; Körschens, 1981).

Признавая важность всех компонентов органического вещества для плодородия почв (Кирюшин с соавт., 1993; Фокин, 1989), следует подчеркнуть особую роль его активной, быстро разлагающейся части. Наиболее вероятно, что агротехническими приемами можно изменять именно этот пул органического вещества, а, следовательно, имеется реальная возможность его регулирования с целью повышения эффективного плодородия пахотных почв.

Наиболее надежная оценка количества легковозобновляемого или агрогенно трансформируемого органического вещества (Ctrans) должна проводиться по способу М.Кершенца (1992):  $C_{trans} = C_{tot} - C_{min}$ , где  $C_{tot}$  – содержание общего органического углерода почвы, а  $C_{min}$  – количество минимального или инертного органического углерода, определяемого в почвах, подверженных длительному бессменному парованию. Агрогенно трансформируемое органическое вещество – это легкоразлагаемая часть органического вещества, фактически существующая в почвах в количествах, превышающих значения инертного гумуса, которая подвержена или способна подвергнуться количественным и качественным изменениям под влиянием системы сельскохозяйственного использования.

С позиций агроэкологии стратегия внесения органических удобрений при условии их ограниченных ресурсов должна быть направлена на удобрение наиболее выпаханных почв. В то же время слишком высокое содержание гумуса может быть экологически и экономически невыгодным, поскольку неизбежно связано с активным высвобождением азота, особенно в периоды, когда он не может быть использован растениями (Кершенс, Шульц, Титова, 2002) и, следовательно, с загрязнением окружающей среды. По этой причине нормативы обеспеченности органическим веществом имеют верхнюю границу. Ес-

ли она превышена, то дозы органических удобрений должны быть уменьшены.

В соответствии с (Фрид , 2009) нормативы изменений свойств почв – это допустимые границы изменений показателей структурно-функциональных свойств почв и почвенного покрова, в пределах которых почва (почвенный покров) не меняют своего таксономического положения, либо загрязнение почвы и сельскохозяйственной продукции не превышает существующих государственных нормативов (ПДК, МДУ и т.п.).

Для разработки нормативных значений руководствовались следующими подходами, предложенными различными авторами: минимальными (Körschens, 1981), максимальными/сильногумусированными (Когут, 1998; Когут, Шишов, 2005) и оптимальными (Кершенс, Шульц, 2005) уровнями содержания органического вещества (гумуса).

Максимальные или сильногумусированные уровни содержания органического вещества фиксируются в целинных или близких к ним по значениям этого показателя высококультурных пахотных почвах.

В основу определения значений оптимального содержания гумуса положены предложения Кершенса, Шульц (2005), учитывающие количества легкоразлагаемого органического вещества в почвах Германии. Согласно этим авторам содержание органического углерода и азота в почвах имеет относительно узкие экологические пределы, которые составляют для условий Германии в обычных для практики системах земледелия 0,2-0,6% разлагаемого органического углерода и 0,02-0,06% разлагаемого азота (оптимальное содержание гумуса складывается из суммы значений минимального содержания гумуса и оптимальной величины легкоразлагаемого органического вещества). При содержании их ниже этих пределов плодородие почвы, урожайность сельскохозяйственных культур и ассимиляция CO<sub>2</sub> в растительной биомассе являются недостаточными, выше этих пределов наблюдаются потери органического вещества и загрязнение окружающей среды.

С учетом вышеперечисленных подходов составлена шкала градации по минимально допустимым, оптимальным и максимально допустимым значениям содержания гумуса (органического вещества) для пахотных почв России.

Таким образом, агроэкологическое нормирование использования легковозобновляемого органического вещества, представляющего собой поступающие в почву корневые и пожнивные остатки сельскохозяйственных растений и вносимые органические удобрения (навоз, торфо-навозные компосты, птичий помет и др.) в количественном отношении должно быть сориентировано на достижение оптимальных диапазонов значений содержания органического вещества в пахотных почвах.

## НОРМИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПО СТЕПЕНИ НАРУШЕНИЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

*Колесников С.И.*

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия,  
kolesnikov@sfedu.ru

Нормальное функционирование почв, то есть выполнение ими экологических и сельскохозяйственных функций, — залог экологической и продовольственной безопасности человечества. При этом все возрастающее антропогенное воздействие, в том числе химическое загрязнение, ведет к нарушению экологических и хозяйственных функций почвы. Соответственно растут экологические, экономические, социальные и другие ущербы от снижения плодородия почв и недополучения урожаев, загрязнения почв и сельскохозяйственной продукции.

В настоящее время в отечественной и мировой науке и практике создан значительный задел по проблеме нормирования химического загрязнения почв и экосистем. Однако многие задачи, по-прежнему, не решены. Не раскрыты многие закономерности, механизмы и возможные последствия воздействия загрязняющих веществ на состояние и функции почв, не установлены пределы устойчивости почв, превышение которых ведет к экологическому кризису или катастрофе, не разработаны удобоваримые подходы и методы интегральной оценки состояния почвы, порогов устойчивости к загрязнению различными химическими веществами, прогнозирования возможных экологических последствий загрязнений, нормирования допустимого содержания различных загрязняющих веществ в разных почвах и т.д.

Приведем только один пример из области нормирования качества почв. В настоящее время для многих загрязняющих веществ (элементов) не разработаны экологически безопасные нормы их содержания в почве (например, нефть и нефтепродукты, многие тяжелые металлы и т.д.). Для тех веществ, для которых нормативы установлены, значения этих нормативов (ПДК и ОДК) носят общий («глобальный») характер. Они разработаны, как правило, либо для «почвы в целом» (ПДК), либо для «крупных групп почв» (ОДК), сходных по основным свойствам почвы, определяющим их устойчивость к загрязнению (гранулометрический состав, pH и др.). Однако значения этих нормативов часто оказываются несостоятельными в силу как объективных, так и субъективных причин. Целесообразно создание методики, позволяющей устанавливать «региональные» и «локальные» нормативы содержания в почве загрязняющих веществ (элементов) с учетом местных эколого-геохимических особенностей территории.

В последнее время и в России, и за рубежом, при оценке состояния окружающей среды и нормировании ее качества экологический подход стал доминирующим. Нами предлагается оценивать степень негативного воздействия химического загрязнения на основе «эмерджентного» подхода по степени нарушения экологических и хозяйственных функций, выполняемых почвой в природной экосистеме, агроэкосистеме или урбосистеме. Это возможно благодаря тому, что нарушение (срыв) экологических функций почвы происходит в определенной очередности в зависимости от силы антропогенного воздействия. Сначала нарушаются информационные функции, затем биохимические, физико-химические, химические и целостные, и в последнюю очередь физические функции почвы. Устойчивость почвы к загрязнению или иным деградационным процессам должна пониматься, прежде всего, под устойчивостью именно целостных биогеоценотических функций, таких как аккумуляция и трансформация веществ и энергии в биогеоценозе, санитарная функция, функция буферного и защитного биогеоценотического экрана, условия существования и эволюции организмов. Нарушение этой группы функций следует считать порогом устойчивости почвы к антропогенному воздействию, превышение которого чревато экологическим кризисом или даже катастрофой для экосистемы.

В качестве критерия степени нарушения экофункций предлагается использовать интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы, определенный на основе набора наиболее информативных биологических показателей, первыми реагирующими на антропогенное воздействие. Почва выполняет свои экологические функции полноценно, пока не произошло снижение значений интегрального показателя. При его снижении в той или иной степени происходит нарушение тех или иных экологических функций почвы.

Было установлено, что если значения ИПБС уменьшились менее чем на 5 %, то почва выполняет свои экологические функции нормально, при снижении значений ИПБС на 5-10% происходит нарушение информационных экофункций, на 10-25 % — биохимических, физико-химических, химических и целостных, более чем на 25 % — физических.

По результатам проведенных исследований были определены уравнения регрессии, отражающие зависимость снижения значений ИПБС от содержания в почве того или иного загрязняющего вещества. По этим уравнениям были рассчитаны концентрации загрязняющих веществ, при которых происходит нарушение тех или иных групп экологических функций почвы.

В результате предложена схема экологического нормирования загрязнения черноземов 20-ю химическими элементами, а также нефтью

и бензином, с количественными значениями содержания загрязняющего вещества в почве, вызывающего срыв той или иной экологической функции, и соответственно разделением почв на незагрязненные, слабо, средне и сильнозагрязненные. Соответственно для каждого из 20-ти исследованных элементов, нефти и бензина определены 3 региональных норматива содержания (в мг/кг) их в почве (черноземе), позволяющих отнести эту почву к одной из указанных выше категорий.

Также разработаны аналогичные региональные схемы экологического нормирования загрязнения основных почв Юга России для приоритетных загрязняющих веществ.

Разработана и апробирована методика оценки эффективности рекультивации почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами, по степени восстановления экологических функций почвы.

Предложенные подходы и разработанные методики могут быть использованы и по отношению к другим антропогенным воздействиям на почву: распашка, переувлажнение, засоление, водная эрозия, дефляция и др. Они также могут быть распространены и на наземные экосистемы в целом, поскольку почва в наземной экосистеме является основным компонентом, депонирующим и трансформирующим загрязняющие вещества.

Разработанную технологию оценки экологических последствий деградации почв на основе нарушения ее экологических функций можно использовать при проведении целого ряда научных и природоохранных мероприятий: при оценке воздействия на окружающую среду (разработке ОВОС); при биоиндикации и биодиагностике деградационных изменений в почве; при биомониторинге состояния почв, а также естественных и антропогенно нарушенных экосистем в целом; при экологическом нормировании загрязнения почв и других деградационных процессов, разработке региональных ПДК или ОДК; при определении степени ответственности (размера штрафа и др.) предприятий при нерациональном природопользовании; при разработке методов санации (восстановления) загрязненных почв; при определении предельно допустимой антропогенной нагрузки на территорию; при создании экологических карт (районирования, фактологических и прогнозных); при прогнозировании экологических последствий хозяйственной деятельности на данной территории; при оценке риска катастроф; при проведении экологической экспертизы, паспортизации, сертификации территории или хозяйственного объекта и т.д.

Исследование выполнено в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (госконтракт № П322) и при государственной поддержке ведущей научной школы (НШ-5316.2010.4).

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ПЕСТИЦИДОВ В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ В ПРОЦЕССЕ РЕГИСТРАЦИИ

*Колупаева В.Н., Горбатов В.С.*

ГНУ НИИ фитопатологии, Б. Вяземы, Московская обл., Россия,  
Ogiyvita@rambler.ru

Использование математических моделей, описывающих поведение пестицидов в объектах окружающей среды, как инструмента оценки концентраций пестицидов в грунтовых и поверхностных водах получает все большее распространение. Результаты математического моделирования – прогнозируемые концентрации пестицида в грунтовых водах ( $ПК_{гв}$ ) – в настоящее время включены в перечень необходимых сведений о пестициде (досье, заявку) наряду с экспериментальными данными и стали играть важную роль в процессе принятия решений о включении пестицида в Каталог разрешенных действующих веществ препаратов.

Для прогноза концентраций пестицидов в объектах окружающей среды в РФ было рекомендовано использовать две имитационные модели – MACRO\_DB и PEARL [1]. Обе модели используются в Европейском Союзе (ЕС) для оценки потенциальной миграционной опасности пестицидов при регистрации, обладают высоким рабочим статусом (validation status), то есть настроены и проверены на большом наборе данных в разных по климатическим и почвенным условиям районах Европы [2, 3]. Способность моделей имитировать поведение пестицидов в почве и их транспорт в грунтовые воды также была изучена в полевых и лизиметрических условиях России [4, 5].

По аналогии с существующими в ЕС были предложены стандартные сценарии типичных сельскохозяйственных регионов Российской Федерации, представляющие собой входные данные к моделям, включающие метеоданные, физико-химические и гидрофизические свойства почв, сведения о пестициде и культурах.

Имеются параметризованные откалиброванные модели, способные имитировать трансформацию и перемещение химических соединений в почве. Возникла задача интерпретации данных моделирования и принятия решений о включении пестицида в список разрешенных к использованию веществ.

В ЕС целью моделирования является поиск “безопасных” сценариев, то есть территорий, в которых среднесуточная концентрация изучаемого пестицида в водном стоке глубже 1 м не превышает 0,1 мкг/л. В случае, если для всех или нескольких используемых сценариев прогнозируемая концентрация ниже порогового значения, вещество

может считаться безопасным с точки зрения попадания его в грунтовые воды. Если для всех сценариев искомая величина превышает пороговую, требуются дальнейшие испытания миграции пестицида в полевых и лизиметрических условиях [6].

Процедура определения прогнозируемых концентраций включает в себя:

- расчет по модели количеств пестицида, достигающих границы 1-метрового слоя почвы за период, равный 20 годам (за каждый год в отдельности при условии ежегодного применения пестицида);
- определение по модели объема водного стока глубже 1 м за каждый год моделирования;
- расчет среднесуточных концентраций пестицида в стоке глубже 1 м за каждый исследуемый год (20 значений); средняя концентрация рассчитывается по следующей формуле:  $C_i = (\sum_{i,j} J_s) / (\sum_{i,j} J_w)$ , где  $C_i$  – средняя концентрация вещества на данной глубине (мг/л) за период с  $i$ -того дня;  $J_s$  – ежедневный поток вещества (мг/м<sup>3</sup>/сут);  $J_w$  – ежедневный сток (л/м<sup>3</sup>/сут) и  $j$  – количество дней.
- нахождение 80% персентили для выборки из предыдущих значений (пункт 3).

Полученные значения являются средней прогнозируемой концентрацией пестицида в грунтовых водах ПК<sub>гв</sub>.

Рассмотрим нахождение средних значений ПК<sub>гв</sub> на примере прогноза потенциального риска попадания метрибузина в грунтовые воды. Свойства метрибузина:  $K_{om}$  51 см<sup>3</sup>/г,  $DT_{50}$  40сут., доза по д.в. 0,7 кг/га, давление пара (Па)  $58 \times 10^{-6}$  при 20 °С.

Ранжировав полученные за 20 лет ПК<sub>гв</sub>, определяем 80% персентиль концентраций (17-е значение по возрастанию или 4-е по убыванию) и ПК<sub>гв</sub> метрибузина для Московской области – 59мкг/л.

Важно отметить, что для точного прогноза начальных почвенных условий (температуры и влажности) на момент внесения препарата требуется предварительный период моделирования не менее 1 года – так называемый “период разогрева” модели. Для районов с засушливым климатом возможны варианты, что суммарный годичный сток за пределы метрового слоя будет равен или меньше нуля, в то время как вынос вещества будет выше положительным. В этом случае концентрация вещества в стоке за этот год считается равной нулю и результаты этого года не используются при определении 80% персентили концентраций.

Таблица 1. ПК<sub>гв</sub> метрибузина, водные сток и вынос пестицида за пределы метрового слоя почвы.

| Год | Вынос метрибузина, мг/м <sup>2</sup> /сут | Сток, л/м <sup>2</sup> /сут | ПК <sub>гв</sub> , мкг/л |
|-----|-------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| 1   | 0.039                                     | 0.7                         | 60                       |
| 2   | 0.027                                     | 0.6                         | 49                       |
| 3   | 0.040                                     | 1.0                         | 39                       |
| 4   | 0.042                                     | 1.2                         | 35                       |
| 5   | 0.076                                     | 1.8                         | 43                       |
| 6   | 0.040                                     | 0.9                         | 43                       |
| 7   | 0.039                                     | 1.0                         | 40                       |
| 8   | 0.071                                     | 1.4                         | 52                       |
| 9   | 0.039                                     | 2.1                         | 19                       |
| 10  | 0.078                                     | 1.1                         | 72                       |
| 11  | 0.042                                     | 1.2                         | 35                       |
| 12  | 0.055                                     | 1.6                         | 34                       |
| 13  | 0.044                                     | 0.8                         | 54                       |
| 14  | 0.055                                     | 0.9                         | 60                       |
| 15  | 0.072                                     | 1.3                         | 53                       |
| 16  | 0.073                                     | 1.7                         | 43                       |
| 17  | 0.067                                     | 1.9                         | 36                       |
| 18  | 0.051                                     | 1.1                         | 48                       |
| 19  | 0.050                                     | 1.1                         | 44                       |
| 20  | 0.075                                     | 1.3                         | 59                       |

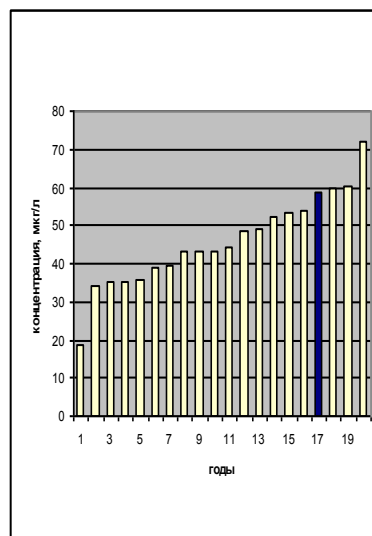


Рисунок 1. Прогнозируемые концентрации метрибузина в стоке за период 20 лет (прогноз по модели PEARL)

Подобная процедура позволяет оценить концентрацию пестицида в стоке для ситуации наихудшего случая по погодным условиям, а использование 80% - избежать нереалистичного сценария, редко встречающегося в природе.

#### Литература.

1. В. Н. Колупаева, В. С. Горбатов. Использование компьютерного моделирования для оценки риска миграции пестицидов в грунтовые воды при их регистрации. Агрохимия (в печати).
2. FOCUS (1995). Leaching models and EU registration. Doc 4952/VI/95, 124p.
3. FOCUS (1997a). Soil persistence models and EU registration. 77p.
4. В. Н. Колупаева, В. С. Горбатов, Е.В. Шеин, А. А. Леонова. Использование имитационной модели pearl для оценки миграции метрибузина в почве. Почвоведение. 2006. N 6, с. 667-673.
5. V.N. Kolupaeva, V.S.Gorbatov, A.A. Kokoreva. Comparison of PEARL and MACRO\_DB simulations in the unsaturated zone using lysimeter experiment data.

Proceeding of XIII Symposium in Pesticide Chemistry. Piacenza, Italy. September 3-6 2007, p. 497.

6. FOCUS (2000). FOCUS groundwater scenarios in the EU plant protection product review process. Report of the FOCUS Groundwater Scenarios Workgroup, EC Document Reference Sanco/321/2000.

# ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Кудряшов С.В.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва,  
Россия, sergsland@hotmail.com

Норильское месторождение полиметаллических руд и производственные предприятия горнометаллургической компании «Норильский никель» расположены в южной части полуострова Таймыр. Более 75 лет (на момент проведения исследования) добычи, переработки и производства меди, никеля, металлов платиновой группы привели к значительному изменению, как химического состава экосистем, так и значительным преобразованиям в природных ландшафтах.

Задача исследования – комплексная оценка состояния почвенного и растительного покрова северо-восточной части Норильского промышленного района и выработка инструмента для экологического нормирования состояния почв окружающей природной среды.

Исследовано 19 пробных площадок, объединенных в 3 группы: 1 – почвы газонов г. Норильск; 2 – почвы, примыкающие к промышленной зоне и объектам размещения отходов (ОРО); 3 – площадки расположенные на разном удалении в северо-восточном направлении от г. Норильска; а также группа фоновых почв на удалении более 100 км от источников воздействия. Были отобраны смешанные пробы поверхностного слоя почв (0–5 см) и образцы из генетических горизонтов по профилю почв.

Большинство почв характеризовалось накоплением значительного количества слаборазложившегося органического вещества, что связано как с суровыми климатическими условиями севера, так и с подавлением активности микроорганизмов-целлюлозолитиков при загрязнении почв соединениями тяжелых металлов (ТМ). Поверхностные горизонты почв характеризовались загрязнением ТМ, многократно превышающим уровни ПДК и ОДК. Было проанализировано содержание ТМ в растениях хвоща. Показано, что содержание ТМ в растениях убывает с расстоянием согласно S-образной кривой, что подчеркивает не-

линейный характер распределения ТМ в растениях. Точки перегиба кривой совпали с определенными при визуальной оценке границами перехода экосистемных параметров от кризиса к более устойчивому состоянию. Исследован фракционный состав металлов и содержание серы в почвах. Информативность исследованных параметров неодинакова. Отбирались наиболее информативные показатели состояния окружающей среды, которые были ранжированы в соответствии с принятой в природоохранной практике пятиуровневой шкалой. Территория города Норильск и его окрестностей была разделена на зоны в соответствии с изменением выбранных параметров. В соответствии с Главой 5 ФЗ №7 «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 за экологическую норму принимают такое состояние ОПС, при котором природная система способна самостоятельно восстановить свои экологические функции при снятии нагрузки. Территория вокруг Норильска, соответствующая норме, расположена на расстоянии более 25 км от промышленного центра. В тоже время и на таком удалении встречаются очаги повышенной концентрации ТМ (объекты размещения отходов, аккумулятивные ландшафты), которые могут быть выделены на местности как локальные территории повышенного экологического риска.

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
СИГНАЛЬНОГО УРОВНЯ В НОРМИРОВАНИИ  
НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

*Лисовицкая О.В., Можарова Н.В.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, lisovitskaya@gmail.com, nvm47@list.ru

Вопросы нормирования нефтезагрязненных почв в России являются очень актуальными в связи с повсеместным распространением этого типа загрязнителя на территории страны. Существующие отечественные подходы к нормированию основываются на ряде факторов: опасности нефтепродуктов (НП) для здоровья человека, потенциале самоочищения почв, сорбционной емкости, типе сельскохозяйственного использования земель (Капелькина Л.П., 2008). Обзор иностранного опыта показывает, что существуют разные подходы к нормированию почв, загрязненных НП: 1) в зависимости от назначения земель (строительные территории, детские площадки, свалки; 2) в зависимости от суммарного содержания. Однако независимо от подхода к нормированию, в разных странах анализируется уровень содержания нативных углеводородов (УВ), по превышению относительного которого говорит-

ся о загрязнении. Например, в Нидерландах существует три уровня загрязнения, первый из которых A-Wert – норматив, соответствующий региональному фону нативных УВ.

Опасные концентрации НП могут различаться в зависимости от типа НП и свойств загрязняемых почв. Так, даже малые дозы высокотоксичных НП, обладающие хорошей миграционной способностью, могут проникать в грунтовые воды и распространяться на значительных площадях, представляя угрозу для человека и окружающей среды. Нашими предыдущими исследованиями было показано, что небольшие концентрации НП вызывают комплекс реакций в почвенном покрове, нарушающих естественное функционирование почв. Это выражается в накоплении твердофазных консервативных продуктов почвообразования – липидов (Лисовицкая О.В., 2008). Внося дисбаланс в естественные процессы, даже малые концентрации НП при регулярном поступлении в почвы, несут в себе потенциальную угрозу для хозяйственной деятельности человека и его безопасности.

В то же время, любая концентрация НП в почве является сигналом того, что происходит загрязнение, которое должно быть исследовано для полноценной оценки опасности, поиска источника загрязнения и своевременного принятия мер. Поэтому мониторинг небольших концентраций НП в почвах является важной задачей, позволяющей минимизировать экологические риски.

Стоит отметить, что на данный момент в России, в отличие от стран Европы, не существует опыта классификации почв с невысокими уровнями загрязнения. Поэтому риски такого загрязнения оказываются неучтенными для больших категорий земель. Тем не менее, уже небольшие концентрации НП в почвах меняют их естественное функционирование.

В данной работе мы предлагаем введение сигнального уровня (СУ) загрязнения почв. Этот уровень соответствует интервалу значений от фоновых концентраций УВ до установленных ПДУ. Конечно, задача определения СУ осложняется наличием нативных УВ в почвах – фонового содержания, концентрациями которых нельзя пренебрегать (Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н. и др., 2003). Однако существующие методы исследований позволяют решить эту задачу. В данной работе мы проводили исследования по диагностике СУ на примере почв Щелковского района Московской области.

Была проведена детальная почвенная съемка с заложением 10 разрезов – 5 в предполагаемой зоне загрязнения и 5 в аналогичных литолого-геоморфологических условиях в 15 км от источника загрязнения. Почвенный покров был представлен сочетаниями дерново-подзолистых, дерново-подзолисто-глеевых и торфяно-подзолисто-глеевых почв,

сформированных на водно-ледниковых отложениях.

Для массового сканирования территории и выявления закономерностей распределения НП использовался метод гексановой экстракции (ГОСТ РФ. Определение..., 1990). Диагностика качественного состава НП и работа с малыми концентрациями загрязнителя осуществлялась модернизированным люминесцентно-битуминологическим методом (Краснопеева А.А., 2007). Для анализа качественного состава н-алканов применялся метод капиллярной газо-жидкостной хроматографии с использованием газового хроматографа Agilent 6890 с пламенно-ионизационным детектором (ПНД Ф 16.1.38 - 02. Методика ..., 2002).

Первым этапом в работе были исследования, направленные на выявление фоновых незагрязненных почв и определение содержания нативных УВ. Для этого была исследована фракция н-алканов в образцах почвы. Н-алканы могут служить своеобразными «биологическими метками» генезиса УВ по соотношению соединений с нечетным и четным количеством атомов углерода (CPI) (Трофимов С.Я., Завгородняя Ю.А. и др., 2004).

Исследования гумусовых горизонтов показали, что почвы, выбранные в качестве фоновых, характеризуются индексом CPI=4.8-5.0 (>4.0), что доказывает правильность отнесения данных почв к незагрязненным. Содержание нативных УВ в почвах фоновой территории составило  $60 \pm 5$  мг/кг для слабо и мало-гумусированных дерново-подзолистых и дерново-подзолисто-глеевых почв и  $105 \pm 10$  мг/кг для сильно гумусированных торфяно-подзолисто-глеевых почв. Индекс CPI во всех гумусовых горизонтах почв предполагаемой зоны загрязнения составил 0.8-1.0 (<4.0), что подтверждает наличие в них загрязнителя. Уровень содержания НП составил  $75 \pm 10$  мг/кг для слабо и мало-гумусированных дерново-подзолистых и дерново-подзолисто-глеевых почв и  $135 \pm 15$  мг/кг для сильно гумусированных торфяно-подзолисто-глеевых почв. Анализируя вероятные источники загрязнения, мы связываем наличие поллютанта с близким расположением автодорог. Исследование содержания НП в непосредственной близости от шоссе показало превышение ПДУ.

Исследования фракции н-алканов в серии нижних (иллювиальных) горизонтов почв позволили установить следующие закономерности: в автоморфных дерново-подзолистых почвах фоновой и загрязненной территории отмечено преобладание соединений природного генезиса (CPI=4.3, >4,0); в дерново-подзолисто-глеевых и торфяно-подзолисто-глеевых почвах выявлено доминирование УВ техногенного происхождения для почв зоны загрязнения (CPI=1.5) и УВ естественно-го происхождения - в фоновых почвах. В зависимости от степени гидроморфизма почв содержание нативных УВ составило: для агродерно-

во-подзолистых глубинно-оглеенных почв –  $10-15 \pm 5$  мг/кг, для агродерново-подзолисто-глеевых почв –  $40 \pm 10$  мг/кг, для торфяно-подзолисто-глеевых почв –  $55 \pm 10$  мг/кг. При этом содержание НП проявлялось следующим образом: для агродерново-подзолистых глубинно-оглеенных почв –  $70 \pm 15$  мг/кг, для агродерново-подзолисто-глеевых почв –  $120 \pm 15$  мг/кг, для торфяно-подзолисто-глеевых почв –  $150 \pm 15$  мг/кг.

Дополнительные люминесцентно-битуминологические исследования качественного состава НП загрязненных почв показали, что НП в нижних горизонтах почв представлены НП по типу керосинов, в то время как в верхних – НП смешанного типа. Такая дифференциация НП доказывает, что их наличие обусловлено разными источниками воздействия и просачивание НП сверху вниз исключено.

Исследование доминирующих путей стока, выявленных по результатам анализа топографической карты и аэрофотоматериалов, показало, что источником загрязнения нижних горизонтов почв может служить Чкаловский аэродром. Действительно, в современных публикациях существуют данные, показывающие, что Чкаловский аэродром выступает источником вторичного загрязнения почв на обширной территории, а концентрация НП по типу керосинов на территории аэродрома локально превышает ПДУ.

По итогам работы было показано, что современные комплексные методы исследования позволяют определять содержание нативных УВ в почвах, что является основой для установления СУ. Диагностика небольших концентраций НП позволила выявить выявлением действующие источники загрязнения.

Целесообразность введения СУ загрязнения почв НП обусловлена задачами рационального природопользования: как необходимостью диагностики малых концентраций НП, так и возможностью оперативного выявления очагов загрязнения и принятия мер к минимизации экологических рисков.

#### Список литературы

1. Капелькина Л.П. Особенности нормирования содержания загрязняющих веществ в почвах в России и за рубежом. Промежуточный технический отчет “Гармонизация экологических стандартов II”. Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 2008, 18 с.
2. Лисовицкая О.В. Углеводородное загрязнение почв в условиях комплексного техногенного воздействия. Диссертация на соискание ученой степени канд. биолог. наук. МГУ им. М.В. Ломоносова, 2008, 138 с.
3. ГОСТ РФ. Определение содержания НП в почвах и грунтах ВНИГРИ, 1990, 32 с.
4. Краснопеева А.А. К методике люминесцентного анализа нефтепродуктов в почвах. Сб. тез. конф. Современные проблемы загрязнения почв, т.2. Москва:

- МГУ им. М.В. Ломоносова, 2007, с. 123 – 131.
5. ПНД Ф 16.1.38 – 02. Методика выполнения исследований массовой доли нефтепродуктов методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии. «Экотерра», М., 2002, 87 с.
  6. Пиковский Ю.И., Геннадиев А.Н. и др. Проблемы диагностики и нормирования загрязнения почв нефтью и нефтепродуктами // Почвоведение №9, 2003, с. 1132 – 1140.
  7. Трофимов С.Я., Завгородняя Ю.А., Решетников С.И., Демин В.В. Анализ загрязнения почв нефтью методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии. Сб. тез. конф. Современные проблемы загрязнения почв. Москва: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2004, с. 375 – 377.

#### ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ГАЗОПРОЯВЛЕНИЯ НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ПОЛЯХ ФИЛЬТРАЦИИ

*Ломовцев И.С., Кулачкова С.А.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
ilyalomovcev@yandex.ru, kulachkova\_sa@inbox.ru

В настоящее время рекультивированные поля фильтрации выступают объектами строительства жилых комплексов. В связи с этим актуальной задачей становится установление экологической безопасности создаваемых на данных территориях техногенных поверхностных образований (ТПО) и почвоподобных тел. Изначально опасность полей фильтрации была связана с образованием в иловых осадках сточных вод значительных количеств метана и углекислого газа, накоплением их в толще и выделением в атмосферу. Эти газы вызывают парниковый эффект и в больших концентрациях оказывают негативное влияние на здоровье человека. Наше исследование направлено на оценку образования, биологического окисления и выделения газов в атмосферу в различных ТПО рекультивированных полей фильтрации в холодный и теплый период года.

ТПО исследованных полей фильтрации представлены двумя подгруппами натурфабрикатов: литостратами и органолитостратами. Литостраты – это песчаные грунты, неоднородно окрашенные, рыжевато-бурые с различными пятнами более темного рыхлого песка, имеют признаки оглеения (сизые и рыжие пятна) и содержат включения (куски асфальта, камни, куски древесины). Органолитостраты – это песчаные грунты неоднородной окраски, в которых бурый и желто-бурый песок чередуется с тонкими прослоями органо-минеральной массы, особенно в нижней части профиля. Данная особенность возникла, вероятно, вследствие неправильной рекультивации

полужидких органических материалов чеков. Также как в литостратах имеются признаки оглеения в виде рыжих и сизоватых пятен, содержатся редкие включения камней и кирпича. Количество органического вещества в органолитостратах в 1,5-2 раза выше, чем в литостратах. Растительный покров на момент проведения исследований на ТПО еще не был сформирован.

Газопроявление в литостратах и органолитостратах несколько отличается. В органолитостратах наличие органического вещества стимулирует процессы образования углекислого газа и метана (содержание  $\text{CO}_2$  в грунтовой атмосфере находится на аномальном или потенциально-опасном уровне согласно СП 11-102-97,  $\text{CH}_4$  – может достигать аномальных значений), что подтверждается корреляционными связями содержания Сорг и активности образования метана, содержания Сорг и углекислого газа. Появление метана приводит к повышению его бактериального окисления в органолитостратах по сравнению с литостратами (в 3-4 раза), но, по-видимому, его активности оказывается недостаточно и с поверхности органолитостратов наблюдается слабая эмиссия метана в атмосферу. Кроме того, с поверхности органолитостратов происходит и выделение углекислого газа в атмосферу, до 3-4 раз большее, чем с литостратов, где его содержание незначительно (не превышает аномальных значений). Когда к автохтонному образованию добавляются еще и аллохтонные восходящие или латеральные потоки метана, органолитостраты хуже справляются со своей экологической функцией по биологическому перехвату этих потоков по сравнению с литостратами, так как повышенное содержание органического вещества ингибирует деятельность метанотрофных микроорганизмов и активность окисления аллохтонного метана в органолитостратах будет ниже, а эмиссия метана в атмосферу выше, чем на литостратах. Из вышеописанного следует, что при проведении рекультивации полей фильтрации необходимо не допускать формирования органолитостратов, являющихся источниками метана и углекислого газа в атмосферу.

Интенсивность газопроявления на рекультивированных полях фильтрации помимо пространственной обладает еще и временной динамикой. В сезонных циклах бактериальное окисление зависит от температуры и в наибольшей степени проявляется в теплый период, снижаясь в 2-4 раза в холодные периоды. От скорости окисления непосредственно зависит содержание метана в грунтовой атмосфере, поэтому максимум его содержания приходится на холодный период, а минимум – на теплый, когда окисление максимально. Вслед за снижением содержания метана уменьшается и его эмиссия в атмосферу, достигающая своего минимума в теплый период. Максимальное содержание углекислого газа также приходится на холодный период, что обусловлено за-

медлением миграции газов при низких температурах. В летний период концентрация  $\text{CO}_2$  снижается в 3-5 раз в связи с более интенсивным газообменом с атмосферой. При этом выделение  $\text{CO}_2$  в результате максимального окисления метана в летний период приводит к повышению его содержания в атмосфере, наибольшему за все сезоны.

#### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СУБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

*Лукьянчикова Е.В.*

Днепропетровская государственная финансовая академия,  
г. Днепропетровск, Украина, lena\_luck@rambler.ru

Для развития экологического предпринимательства по переработке твердых бытовых отходов нами был предложен механизм налогового стимулирования становления и развития этого вида деятельности. Он включает:

- введение трех налогов вместо перечня налогов, которые применяются на общих основаниях: экологический налог, налог на прибыль, налог на добавленную стоимость;
- налоговые льготы для тех предпринимателей, которые достигают запланированных и выше показателей улучшения состояния окружающей среды.

Применение данного механизма предполагает использование экономически обоснованных размеров ставок налогообложения прибыли в зависимости от научно обоснованной шкалы оценки состояния окружающей природной среды.

Данная схема должна предусматривать такое соотношение уровней экологической эффективности деятельности предприятия и ставки налога на прибыль, чтобы достигался в конечном счете мультипликационный социальный, экологический, экономический эффект деятельности субъекта экологического предпринимательства. Для ее практического применения необходимо:

1. Рассчитать при выбранной технологии переработки отходов время и параметры качественного изменения (улучшения) природных ресурсов.
2. Определить, какие финансовые средства необходимы для осуществления производственной деятельности субъекта экологического предпринимательства, и нужны ли дополнительные средства для улучшения показателей природных ресурсов (атмосферного воздуха, почвы, грунтовых вод).

3. Выделить параметры внешней среды, которые не зависят от субъекта экологического предпринимательства и которые ограничивают достижение показателей окружающей среды нормы (уровня безопасности) (например, повышенная загазованность территории, выбросы загрязняющих веществ в атмосферу заводами химической промышленности).
4. Соотнести при выбранной налоговой льготной системе отчисления в государственный и местный бюджеты по каждому виду налогов, которые объединяются в единый экологический налог, чтобы определить насколько эффективно на практике применяется данная система и целевое использование средств юридическим лицом.
5. Выбрать максимально независимых объективных профессиональных экспертов для определения текущего состояния окружающей среды и проектных показателей.

Субъекту экологического предпринимательства перед началом организации деятельности целесообразно обратиться в научно-исследовательское учреждение, перечень которых утвержден Кабинетом Министров Украины. Такие организации имеют право осуществлять разработки проектов подобного содержания и в последующем проводить расчеты по этому проекту. Местные органы самоуправления не могут влиять на научно-исследовательские организации, однако в случае если государственные специалисты по охране окружающей среды и экономике не подтвердят изначальные данные исследователей и будут иметь основания не принимать отчетные эколого-экономические показатели деятельности предприятия, то льготный налоговый режим для предприятия может быть временно прекращен до подтверждения информации.

6. Определить наиболее объективные способы оценки состояния окружающей среды на разных этапах деятельности субъекта экологического предпринимательства и при разных технологиях переработки твердых бытовых отходов.
7. Утвердить формулы расчета неустойки в случае необоснованного прекращения деятельности предприятием ранее определенного срока проекта, а также эффективных штрафов за невыполнение планов по достижению улучшения экологических показателей.
8. Установить зависимость показателей улучшения окружающей среды и процента налогообложения прибыли, т.е. зависимости показателей финансовой стойкости предприятия, экологической эффективности и фискальной нормы (суммы отчисления в государственный и местные бюджеты).
9. Определить вес каждого показателя природного ресурса в общей оценке улучшения состояния окружающей среды и с этой корректировкой определить результативность деятельности субъекта экологическо-

го предпринимательства: экономическая, либо уменьшенная (нормальная, сверх-) эколого-экономическая (определять причины снижения/перевыполнения уровня показателей и при необходимости пересматривать проектные показатели).

Методика оценки состояния окружающей среды для таких субъектов экологического предпринимательства должна быть выработана универсальная, поскольку будет определен механизм взаимосвязи технических показателей и экономических. Также данная методика должна включать особенности выбранных способов переработки отходов. Механизм расчетов имеет необходимость в периодическом пересмотре для приведения в соответствие с действующим налоговым, природоохранным законодательством (относительно налоговых льгот и ставок и видов налоговых платежей).

#### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ЮГА УКРАИНЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Макарова А.А., Троицкий М.А., Дмитриева Л.А.*

Николаевский региональный центр охраны плодородия почв и качества продукции, Николаев, Украина, roduchist@kraevid.com.ua

Проблема загрязнения компонентов биосферы токсичными элементами техногенного происхождения давно приобрела глобальный характер. Работами целого ряда исследователей (Глазовская М.А., Перельман А.И., Добровольский В.В., Зырин М.Г., Ильин В.Б., Кабата-Пендиас А., Фатеев А.И., Дмитрук Ю.М.) выявлены фундаментальные закономерности поведения основных токсичных элементов в почвенно-растительном покрове. Однако для успешного решения практических задач стабильного производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции необходимы региональные исследования особенностей миграции токсичных элементов. Особенное значение для Юга Украины приобретает экологическая паспортизация земель зоны виноградарства, поскольку ограниченность агроклиматических ресурсов вынуждает повторно использовать почвы для выращивания многолетних насаждений.

В результате многолетних исследований территории Николаевской области (природно-климатические зоны степи и сухой степи) были проанализированы вертикальные распределения основных тяжелых металлов (меди, цинка, кадмия, свинца и кобальта) в генетических горизонтах основных почв Юга Украины – черноземах обыкновенных, черноземах южных и темно-каштановых почвах.

Образцы почв отбирали по генетическим горизонтам из почвенных разрезов во время почвенных исследований при закладке многолетних насаждений.

Содержание валовых и подвижных (экстрагируемых 1 М кислотой) форм тяжелых металлов определяли методом пламенной атомной абсорбции.

Исследования содержания валовых форм показали, что среднее содержание кадмия составляет 0,935 мг/кг (приведенные в литературе фоновые уровни – 0,56-0,77 мг/кг). Содержание свинца – 12,74 мг/кг (фоновые уровни – 11,6-45,8 мг/кг). Содержание цинка составило 40,33 мг/кг, это ниже показателей, принятых для почв бывшего СССР (51,9 мг/кг) и других стран (53,5-93,8 мг/кг). Среднее валовое содержание меди составило 15,16 мг/кг (фоновые уровни для степной зоны Украины – 15-54 мг/кг). То есть по валовому содержанию тяжелых металлов почвы относятся к слабо загрязненным. Более того, содержание металлов-микроэлементов (цинк и медь) приближается к нижней границе фоновых уровней, что говорит о нарастающем дефиците этих элементов в почвах.

Для экологической оценки полученных результатов были рассчитаны эллювиально-аккумулятивные коэффициенты для почв подзоны северной степи, подзоны южной степи и сухостепной зоны.

Результаты расчетов показывают (табл. 1), что загрязнения почвенного покрова территории исследований токсичными тяжелыми металлами (кадмий и свинец) не наблюдается.

Для биофильных элементов (цинк, кобальт и медь) наблюдается умеренная аккумуляция в гумусовом горизонте.

Региональные различия в поведении металлов наиболее ярко прослеживаются для меди. Имеет место загрязнение почв этим металлом на территории сухостепной зоны, где сосредоточено основное производство винограда в регионе.

#### Выводы

1. По уровню загрязнения тяжелыми металлами большую часть территории Николаевской области можно оценить как экологически безопасную. Критической является зона сухой степи, что делает крайне необходимым разработку эффективных методов рекультивации загрязненных медью почв для повторного выращивания многолетних насаждений.
2. Выявлены неоднородности величин аккумуляции-рассеивания металлов даже в границах природно-климатических подзон.
3. Для корректной экологической оценки степени загрязненности металлами на микрорегиональном уровне необходимы детальные исследования с использованием современных методов пространственного

анализа (ГИС-технологии, GPS-привязка и геостатистическая обработка результатов полевых исследований).

Таблица 1.  
Эллювиально-аккумулятивные коэффициенты тяжелых металлов для  
почв Юга Украины

| <b>медь</b>    |                |       |       |             |       |       |             |       |       |
|----------------|----------------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
|                | Степь северная |       |       | Степь южная |       |       | Степь сухая |       |       |
| ГГ*            | Сред.          | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. |
| Н              | 0,97           | 0,75  | 1,58  | 1,00        | 0,79  | 1,37  | 3,39        | 0,84  | 7,40  |
| Рк             | 1,00           | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  |
| <b>цинк</b>    |                |       |       |             |       |       |             |       |       |
|                | Степь северная |       |       | Степь южная |       |       | Степь сухая |       |       |
| ГГ*            | Сред.          | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. |
| Н              | 1,26           | 1,08  | 1,41  | 1,30        | 1,01  | 2,45  | 1,54        | 1,05  | 2,38  |
| Рк             | 1,00           | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  |
| <b>Кадмий</b>  |                |       |       |             |       |       |             |       |       |
|                | Степь северная |       |       | Степь южная |       |       | Степь сухая |       |       |
| ГГ*            | Сред.          | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. |
| Н              | 0,666          | 0,557 | 1,000 | 0,680       | 0,355 | 1,270 | 0,413       | 0,263 | 0,666 |
| Рк             | 1,000          | 1,000 | 1,000 | 1,000       | 1,000 | 1,000 | 1,000       | 1,000 | 1,000 |
| <b>свинец</b>  |                |       |       |             |       |       |             |       |       |
|                | Степь северная |       |       | Степь южная |       |       | Степь сухая |       |       |
| ГГ*            | Сред.          | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. |
| Н              | 0,82           | 0,67  | 1,29  | 0,83        | 0,72  | 1,13  | 0,72        | 0,35  | 1,01  |
| Рк             | 1,00           | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  |
| <b>кобальт</b> |                |       |       |             |       |       |             |       |       |
|                | Степь северная |       |       | Степь южная |       |       | Степь сухая |       |       |
| ГГ*            | Сред.          | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. | Сред.       | Мин.  | Макс. |
| Н              | 1,53           | 1,14  | 2,15  | 1,40        | 1,16  | 1,57  | 1,15        | 0,43  | 2,23  |
| Рк             | 1,00           | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  | 1,00        | 1,00  | 1,00  |

Примечание: \* ГГ- генетические горизонты: Н – гумусовый, Рк – материнская порода (карбонатные лессы и лессовидные суглинки)

## ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ЗЕМЕЛЬ В УКРАИНЕ

*Мартын А.Г., Евсюков Т.А.*

Национальный университет биоресурсов и природопользования  
Украины, Киев, yevsyukov@ukr.net

В соответствии со статьей 14 Конституции Украины от 28.06.1996 № 254к/96-ВР земля является основным национальным бо-

гательством, находящимся под особой охраной государства. В свою очередь, статьей 22 ЗУ "Об охране земель" детализируется система мероприятий в области охраны земель, включающая: государственную комплексную систему наблюдений; разработку общегосударственных и региональных (республиканских) программ использования и охраны земель, документации по землеустройству в области охраны земель; создания экологической сети; осуществления природно-сельскохозяйственного, эколого-экономического, противоэрозионных и других видов районирования земель; экономическое стимулирование мероприятий по охране и использованию земель, повышению плодородия почв; стандартизации и нормирования.

За годы независимости Украины сформирована достаточно разветвленная нормативно-правовая база по использованию и охране природных ресурсов, в том числе земельных. В частности, принят Земельный кодекс Украины от 25.10.2001 № 2768-III, законы Украины "Об охране земель" от 19.06.2003 № 962-IV, "О землеустройстве" от 22.05.2003 № 858-IV, "О государственном контроле за использованием и охраной земель" от 19.06.2003 № 963-IV, "Об оценке земель" от 11.12.2003 № 1378-IV и др. В то же время, практически неурегулированными остаются вопросы стандартизации и нормирования в области охраны земель и воспроизводства плодородия почв, ведь до сих пор практически не разработанными остаются предусмотренные действующим законодательством соответствующие нормативные документы по стандартизации.

Проблемам нормирования в сфере рационального использования и охраны земель в Украине посвящены работы таких ученых: С.Ю. Булыгин, Д.С. Добряк, А.П. Канащ, А.М. Мирошниченко, Л.Я. Новаковский, С.А. Осипчук, А.М. Третьяк, А.Д. Юрченко и др. Несмотря на это, открытым остается вопрос создания отраслевой системы нормативов по охране земель и восстановления плодородия почв.

Главной целью данной публикации является анализ современного состояния нормирования в области охраны земель и воспроизводства плодородия почв в Украине, а также формирование ряда предложений по его усовершенствованию.

Согласно ЗУ "Об охране земель" от 19.06.2003 № 962-IV, стандартизация и нормирование в области охраны земель заключается в обеспечении экологической и санитарно-гигиенической безопасности граждан путем определения требований к качеству земель, плодородия почв и допустимой антропогенной нагрузки и хозяйственного освоения земель. Статьей 30 этого Закона предусмотрено установление таких нормативов в области охраны земель и воспроизводства плодородия почв: предельно допустимого загрязнения почв; качественного состоя-

ния почв; оптимального соотношения земельных угодий; показателей деградации земель и почв.

Но, несмотря на вышесказанное, остается открытым вопрос относительно структуры системы стандартов по охране земель, их состава и содержания. Ведь ЗУ "Об охране земель" дает только обобщенный перечень нормативов в области охраны земель и восстановления плодородия почв, не детализируя их до уровня отдельных нормативных документов (стандартов). Кроме того, новые нормативы в области использования земель должны разрабатываться и приниматься с учетом существующих нормативных документов в области охраны природы, или, в необходимых случаях предусматривать пересмотр последних. Важной задачей является гармонизация существующих и новых нормативов с международными системами стандартизации и оценки соответствия (ISO, CEN и другими).

В сложившихся условиях, крайне необходимо Госкомзему Украины и другим заинтересованным органам, учреждениям и организациям наработать комплексные предложения проведения работ по стандартизации в области охраны земель, после чего Госпотребстандартом Украины должна быть подготовлена соответствующая программа работ по стандартизации. Разработка и уведомления о проектах стандартов, запросы относительно комментариев и включения комментариев в окончательный проект стандарта должны осуществляться техническими комитетами по стандартизации, а в случае их отсутствия – организациями, имеющими соответствующий научно-технический опыт в этой сфере. При одобрении проекта национального стандарта центральный орган исполнительной власти по вопросам стандартизации должен принимать решение о его принятии.

Необходимо также отметить, что большинство нормативных документов в области охраны природы и, в том числе, охраны земель, разрабатывались на базе достижений советской науки периода 1960-80-х годов, а поэтому в них нашел свое воплощение затратно-экстенсивный подход к организации территории землепользования. Например, в СССР был установлен лишь один норматив, определяющий допустимый уровень загрязнения почв вредными веществами – ПДК для пахотного слоя почвы. Вместе с тем, нормативы предельно допустимых концентраций химических загрязнителей в почвах не учитывают разнообразие почв, их буферность, существенно отличаются от действующих в странах Европы.

Вопросы исследования качественного состояния почв пока регламентируют 87 национальных стандартов. Среди них следует выделить, прежде всего, ДСТУ 4288:2004 "Качество почвы. Паспорт почвы", ДСТУ 4362:2004 "Качество почвы. Показатели плодородия почв",

ДСТУ ISO 11074-1:2004 "Качество почвы. Словарь терминов"(ISO 11074 1:1996, IDT) и другие. Отдельно можно выделить около 50-ти нормативных документов советского периода (ГОСТы, санитарные правила и нормы, государственные строительные нормы), которые в той или иной мере касаются вопросов контроля за загрязнением почв, определение их качественного состояния, сохранения плодородного слоя почвы, рекультивации нарушенных земель и т.д. Практически отсутствуют стандарты, которые бы устанавливали нормативы оптимального соотношения земельных угодий, хотя к ним можно косвенно отнести некоторые государственные строительные нормы и правила, определяющие нормы отвода земель для тех или иных видов застройки.

Существующая система нормативов в области охраны земель характеризуется бессистемностью, распыленностью и фрагментарностью, что обуславливает значительную актуальность разработки Госкомземом Украины Концепции нормирования и стандартизации в области охраны земель. В этой концепции должны быть отражены: современное состояние и проблемы стандартизации и нормирования в области охраны земель; цель нормирования и его задачи (в частности, обеспечение межотраслевой координации в вопросах охраны земель, обеспечения соответствия нормативных документов требованиям международной стандартизации, упрощения процедур стандартизации и т.д.); направления нормирования и стандартизации (в частности, нормативно-правовое и организационно-методическое обеспечение, совершенствование научно-технической терминологии, оптимизация фонда нормативных документов, совершенствование информационного обеспечения и т.п.); механизм выполнения работ по нормированию и стандартизации; способы контроля за эффективностью нормирования и стандартизации; ожидаемые результаты от внедрения нормативов в области охраны земель. Учитывая то, что стандартизация и нормирование является составной частью охраны земель в Украине, финансирование соответствующих работ целесообразно осуществлять за счет средств государственного бюджета.

Таким образом, современное состояние нормирования в области охраны земель в Украине нельзя считать удовлетворительным. Имеющиеся нормативные документы характеризуется бессистемностью, распыленностью и фрагментарностью и не охватывают всех направлений нормирования, предусмотренных статьей 30 ЗУ "Об охране земель". Это требует кардинального усовершенствования организационно-правового обеспечения процедур разработки, утверждения, проверки и пересмотра нормативов в области охраны земель на уровне национальных стандартов. Крайне необходимо разработать Концепцию нормирования и стандартизации в области охраны земель.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ АГРОГЕННОГО  
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВЫ

*Масютенко Н.П., Кузнецов А.В.*

ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия,  
vninp@kursknet.ru

В настоящее время нерациональное антропогенное воздействие на почвенную экосистему является мощным разрушающим фактором, приводящим к ухудшению экологического состояния почвы и, как следствие, снижению плодородия почв и их деградации. Поэтому изучение и оценка влияния степени агрогенного воздействия на экологическое состояние почвы является актуальным, теоретически и практически значимым. Экологическое состояние почвы характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями (свойствами, параметрами) и (или) их совокупностью, обеспечивающими выполнение её биосферных функций. Важнейшей функцией почвы является обеспечение и формирование условий существования живых организмов (растений, микроорганизмов и др.).

Нами разработан метод интегральной оценки экологического состояния почвы. Он включает: 1) оценку степени воздействия агрогенных факторов на почву; 2) выделение (выбор) наиболее информативных и чувствительных к агрогенному воздействию показателей экологического состояния (частных критериев оценивания) на основе корреляционного анализа зависимости степени агрогенного воздействия и свойств почвы; 3) выбор эталонного объекта с наиболее благоприятным экологическим состоянием; 4) расчёт по выбранным показателям экологического состояния почвы индекса качества почвы (ИКП); 5) расчёт для каждого объекта исследования интегрального индекса экологического состояния почвы (ИИЭСП); 6) выделение на основе графического анализа на изучаемых участках диапазонов изменения ИИЭСП.

Оценка степени воздействия агрогенных факторов на почву проводится по предложенной ранее методике (Масютенко, 2005; Масютенко, Кузнецов, 2010). Для выявления наиболее информативных и чувствительных (индикаторных) к изменению интенсивности агрогенной нагрузки экологических параметров (свойств почвы) использовали *корреляционный анализ*. В результате его применения была оценена зависимость между изменчивостью степени агрогенного воздействия (в I баллах) и некоторыми свойствами почвы в слоях 0-25 и 25-50 см в годы исследования в ряду изучаемых угодий: лесополоса → залежь → многолетние травы → пашня с зернотравяным севооборотом (ЗТС) → пашня с зернопаропропашным севооборотом (ЗППС) → бессменный пар.

На основе этого выделены наиболее чувствительные ( $r > 0,7$ ) к изменению степени агрогенного воздействия свойства почвы. Для слоя почвы 0-25 см к таким свойствам относятся: содержание общего гумуса, запасы гумуса, содержание лабильных гумусовых кислот ( $C_{лгв}$ ), лабильных гуминовых кислот ( $C_{лгк}$ ) и лабильных фульвокислот ( $C_{лфк}$ ), отношение  $C_{лгк}/C_{лфк}$ , запасы негумифицированного органического вещества (НОВ), содержание общего и щелочногидролизуемого азота, содержание подвижных форм фосфора, содержание микробной биомассы (МБ), количество экземпляров и масса дождевых червей, диаметр почвенных агрегатов, сумма водоустойчивых агрегатов, коэффициент структурности водоустойчивых агрегатов, средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов. Для слоя 25-50 см к наиболее чувствительным к изменению степени агрогенного воздействия свойствам почвы относятся следующие: содержание общего гумуса, запасы гумуса, отношение  $C_{лгк}/C_{лфк}$ , запасы НОВ, содержание общего и щелочногидролизуемого азота, содержание МБ.

Далее из ряда изучаемых угодий было выбрано наиболее экологически благополучное, то есть не подвергаемое агрогенному воздействию 25 лет, эталонный объект – залежь. Затем для каждого (достоверно) наиболее чувствительного к изменению степени агрогенного воздействия экологического параметра (свойства почвы) рассчитали (ИКП) индекс (экологического) качества почвы (частные критерии оценивания) в % от эталонного по формуле 1:

$$ИКП\% = \left( \frac{P_y}{P_{эт}} \right) \times 100, \quad (1)$$

где  $P_y$  – параметр свойства изучаемого угодья,  $P_{эт}$  – параметр свойства эталонного объекта.

Для обобщения и комплексной оценки влияния степени агрогенного воздействия на экологическое состояние чернозёма типичного изучаемых угодий нами (формула 2) предложен (ИИЭСП) интегральный индекс экологического состояния почвы (комплексный критерий качества):

$$ИИЭСП = \frac{\sum ИКП}{n}, \quad (2)$$

где  $\sum ИКП$  – сумма индексов качества почвы в %;  $n$  – количество индексов использованных в расчёте.

На основе графического анализа экспериментального материала выделены четыре градации оценки экологического состояния чернозёма типичного: отличное, хорошее удовлетворительное, неудовлетворительное.

Проведенная интегральная оценка экологического состояния чернозёма типичного (табл.1) показала, что экологическое состояние в слое чернозёма типичного 0-25 см ухудшается в ряду угодий: многолетние травы → ЗТС → ЗППС → бессменный пар, соответственно, от отличного до неудовлетворительного. В то же время в слое 25-50 см чернозёма типичного под многолетними травами отмечается хорошее, под ЗТС удовлетворительное, а в ЗППС и бессменном пару неудовлетворительное экологическое состояние почвы.

Степень и направленность агрогенного воздействия во многом определяют экологическое состояние чернозёма типичного, особенно его верхнего слоя 0-25 см. Так, в верхнем слое почвы наиболее резкое ухудшение экологического состояния чернозёма типичного наблюдается при увеличении агрогенной нагрузки (в баллах) от 0 (залежь) до 3,25 (ЗТС) и от 8,5 (ЗППС) до 12 (бессменный пар). Агрогенное воздействие (многолетние травы), направленное на (восстановление) улучшение плодородия почвы, оказывает достаточно сильное положительное влияние на экологическое состояние (0-25 см слоя) чернозёма типичного. С глубиной влияние агрогенного воздействия на чернозём типичный несколько ослабевает.

Таблица 1.  
Оценка влияния степени агрогенного воздействия на экологическое состояние чернозёма типичного

| Объект исследования           | Слой почвы, см | Агрогенное воздействие, баллы | ИИЭСП*, % | Категория экологического состояния почвы (ЭС) |
|-------------------------------|----------------|-------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|
| Залежь                        | 0-25           | 0                             | 100       | Отличное ЭС                                   |
|                               | 25-50          | 0                             | 100       | Отличное ЭС                                   |
| Многолетние травы             | 0-25           | 2                             | 100       | Отличное ЭС                                   |
|                               | 25-50          | 2                             | 76        | Хорошее ЭС                                    |
| Зернотравяной севооборот      | 0-25           | 3,25                          | 72        | Хорошее ЭС                                    |
|                               | 25-50          | 3,25                          | 66        | Удовлетворительное ЭС                         |
| Зернопаропропашной севооборот | 0-25           | 8,5                           | 65        | Удовлетворительное ЭС                         |
|                               | 25-50          | 8,5                           | 54        | Неудовлетворительное ЭС                       |
| Бессменный пар                | 0-25           | 12                            | 38        | Неудовлетворительное ЭС                       |
|                               | 25-50          | 12                            | 49        | Неудовлетворительное ЭС                       |

\* Расшифровка обозначений в тексте

К ВОПРОСУ О ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВ СЕРНОГО  
АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА Г. МОСКВЫ ТЯЖЕЛЫМИ  
МЕТАЛЛАМИ И БЕНЗ(А)ПИРЕНОМ

*Мельникова А.Д., Жигачева Е.С., Васильев П.А.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
amelnikova89@gmail.com

Тяжелые металлы (Pb, Cd, Cu, Zn) и бенз(а)пирен являются одними из наиболее распространенных и опасных загрязнителей в почвах города Москвы. Наличие этих загрязнителей в количествах, превышающих ПДК и ОДК, оказывает непосредственное негативное влияние на человека и окружающую среду. В результате многочисленных исследований, было установлено, что непрерывное техногенное загрязнение почвы приводит к негативным тяжелообратимым изменениям физико-химических и биологических свойств городских почв. Мониторинг содержания тяжелых металлов и бенз(а)пирена в почвенном покрове г. Москвы, является очень важной и неотъемлемой частью мероприятий по контролю экологического состояния территории.

В качестве объекта исследования нами был выбран северный административный округ г. Москвы, так как на его территории находятся 14 действующих заводов и фабрик и 1 ТЭЦ. На территории округа нами было отобрано и проанализировано 247 образцов почвы из поверхностного (0-0,2 м) слоя. Все исследования проходили в рамках программы санитарно-химических исследований испытательной лаборатории ООО «Экогеотех».

Загрязнение почвы имеет антропогенное происхождение, что подтверждается отсутствием нормального распределения тяжелых металлов и бенз(а)пирена в почве. Наибольшая концентрация токсикантов выявлена на участках, прилегающих к Ленинградскому шоссе, а также в промышленных зонах. На наиболее загрязненных участках северного административного округа г. Москвы ПДК бенз(а)пирена превышен в 18,9 раз, свинца – в 2,9 раз, кадмия – в 2,3 раза, меди – в 8,9 раз, цинка – в 2,8 раз (см. табл. 1).

ПДК свинца, кадмия и меди превышает в 3% общего количества исследованных образцов, цинка – в 7% образцов. Содержание бенз(а)пирена выше ПДК в 15% случаев: в том числе, в 13% образцов наблюдается превышение нормы в пределах от 2 до 10 ПДК, а в 2% случаев ПДК загрязнителя превышен в 12-18 раз. Столь высокие превышения содержания бенз(а)пирена относительно ПДК объясняются большой долей участков промышленного использования на исследуемой территории.

Таблица 1.  
Статистическая обработка данных по содержанию Pb, Cd, Cu, Zn,  
бенз(а)пирена и суммарного показателя загрязнения (СПЗ) в САО г.  
Москвы

|                           | Pb<br>(мг/кг) | Cd<br>(мг/кг) | Cu<br>(мг/кг) | Zn<br>(мг/кг) | Бенз(а)пирен<br>(мг/кг) | СПЗ  |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|------|
| Объем вы-<br>борки        | 247           | 247           | 247           | 247           | 247                     | 247  |
| Среднее                   | 36,3          | 0,7           | 39,4          | 119,1         | 0,1                     | 4,0  |
| Дов. Инт.<br>-95%         | 31,7          | 0,6           | 28,9          | 107,3         | 0,0                     | 3,4  |
| Дов. Инт.<br>+95%         | 41,0          | 0,8           | 49,9          | 130,9         | 0,1                     | 4,6  |
| Минимум                   | 5,5           | 0,0           | 1,2           | 10,0          | 0,0                     | 0,0  |
| Максимум                  | 377,0         | 6,6           | 1175,0        | 633,9         | 0,4                     | 51,0 |
| Нижний<br>квартиль        | 17,0          | 0,2           | 15,2          | 53,0          | 0,0                     | 1,0  |
| Верхний<br>квартиль       | 43,6          | 1,1           | 36,9          | 164,3         | 0,1                     | 6,0  |
| Дисперсия                 | 1394,9        | 0,5           | 7015,1        | 8909,2        | 0,0                     | 26,1 |
| Стандартное<br>отклонение | 37,3          | 0,7           | 83,8          | 94,4          | 0,1                     | 5,1  |
| Ошибка<br>среднего        | 2,4           | 0,0           | 5,3           | 6,0           | 0,0                     | 0,3  |

Источники загрязнения почвы техногенными веществами были нанесены на карту исследуемой местности, в результате чего нами было обнаружено, что наибольшая концентрация бенз(а)пирена присутствует около Ленинградского и Дмитровского шоссе, а также на территории, прилегающей к железнодорожным путям. Наибольшее загрязнение кадмием было выявлено на северо-востоке исследуемой территории, вблизи от ТЭЦ-21 и металлургического завода «Варяг». Концентрация ионов меди превышает ПДК в почвах около заводов по сборке различных видов оборудования (ОАО «Моссельмаш», ОАО «Владыкинский механический завод», предприятия «РИТМ», механического завода №43). Очаговые загрязнения почвы цинком находятся в непосредственной близости от Московского опытно-механического завода, завода железо-бетонных изделий №23. Максимум загрязнения свинцом, а также наибольшие показатели суммарного загрязнения локализованы в восточной части округа около Дмитровского шоссе, Московского завода торгового оборудования и механического завода №149 – эти предприятия, по нашему мнению, являются основными источниками загрязнения САО г. Москвы тяжелыми металлами.

При сравнении полученных нами результатов с данными по загрязнению почв САО в 2004 году (Экологические функции городских почв / Ответственные редакторы А.С. Курбатова, В.С. Башкин. – М. – Смоленск: Манджента, 2004. – 232 с.) было обнаружено, что доля загрязненных участков на изучаемой территории существенно уменьшилась. Так, например, доля образцов с концентрацией цинка, превышающей ПДК, уменьшилась в 11,0 раз; количество случаев загрязнения свинцом сократилось в 8,4 раза, кадмием – в 3,9 раз, медью – в 4,9 раз. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что экологическая обстановка в САО г. Москвы значимо улучшилась за последние 6 лет.

Существенное уменьшение концентрации техногенных загрязнителей в почвенном покрове исследуемого округа можно объяснить введением в действие системы сертификации почвогрунтов с 1 ноября 2004 года, а также принятием постановления «Об экологической доктрине города Москвы» в 2005 году. Положительное влияние на состояние почвенного покрова г. Москвы оказал комплекс мер по снижению выбросов ТЭЦ и автотранспорта, что в свою очередь снизило степень поверхностного загрязнения почвы бенз(а)пиреном и тяжелыми металлами. Также положительное влияние на состояние почвенного покрова оказывает строительство очистных сооружений на водных объектах, что уменьшает количество вредных веществ попадающих в верхние слои почвы в результате поднятия уровня грунтовых вод.

Представленные нами результаты исследования почвенного покрова северного административного округа г. Москвы подтверждают, что в связи с многочисленными работающими промышленными предприятиями в САО г. Москвы необходим непрерывный мониторинг динамики содержания бенз(а)пирена и тяжелых металлов в почве.

ПРИНЦИПЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И НОРМАТИВНОЙ ЭКОЛОГО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ НАКОПЛЕННОГО УЩЕРБА НА БАЗЕ  
ГЕОХИМИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ ЧРЕЗВЫЧАЙНО  
ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

*Морозов И.В.<sup>1</sup>, Морозов В.И.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ДПиООС г. Москвы, <sup>2</sup>ФГУП «ИМГРЭ», Москва, Россия,  
imgre@imgre.ru

На заседании Президиума Госсовета по вопросам совершенствования государственного управления в сфере охраны окружающей среды 27 мая 2010 года Д.А. Медведевым сформулированы первоочередные стратегические направления воссоздания и развития националь-

ной экологической отрасли, совершенствования ее нормативно-правовой и научно-методологической базы.

Основным приоритетом государственной политики в экологической сфере является создание эффективной системы госрегулирования, позволяющей дифференцированно ужесточить режимы природопользования и степень ответственности в регионах и на территориях, где интенсивность негативных воздействий превышают рекреационную емкость местных экосистем, а возможность проживания или деятельности населения становится серьезной эколого-социально-политической проблемой.

Важнейшей задачей, требующей неотложного решения в кратчайшие сроки, поставлена необходимость проведения инвентаризации и учета объектов накопленного экологического ущерба и разработка комплекса мер по его ликвидации

В соответствии с поручением Президента РФ, МПР России подготовлена концепция ФЦП «Экологическая безопасность Российской Федерации», включающая, в том числе и конкретные задания по актуальной инвентаризации мест и территорий наиболее опасного загрязнения, оценке форм, структуры и объемов прошлого (уже накопленного) экологического ущерба, а также способов его эколого-финансовой верификации на базе существующей, или вновь формируемой, нормативно-правовой документации.

Известно, что доминантной компонентой уже накопленного, особо опасного, загрязнения (экологического ущерба) в окрестностях для многих действующих, или уже закрытых предприятий промышленного химического или горнометаллургического цикла сегодня являются остаточные массы ряда высокотоксичных металлов и химических соединений в почвах в пределах отводов этих предприятий и на прилегающих, часто густозаселенных, территориях. При этом площади полей особо опасного загрязнения, превышающего гигиенические нормативы (десятки км<sup>2</sup>), и массы остаточного накопления (тысячи тонн) продуктов высокотоксичных техногенных выпадений в количествах, превышают критические параметры рекреационной емкости природных ландшафтов на прилегающих территориях, что в конечном итоге превращает эти экосистемы в самостоятельные, особо опасные, источники вторичной эмиссии токсикантов, которые в последующем становятся доминантным фактором неблагоприятного экологического воздействия на контактирующее население.

Экологические риски подобного уровня и катастрофические последствия постоянного воздействия столь масштабных загрязнений почв на постоянно контактирующее население, определяют необ-

ходимость его актуальной верификации, хотя бы по уже известным, сверхкритически загрязненным объектам «194 горячим точкам».

Перечень конкретных мер эколого-технологического порядка, включающий, как неотъемлемую часть, эколого-геохимическую верификацию этих объектов и территорий, безусловно, должен приниматься в качестве национального приоритета.

С точки зрения общесистемного решения проблем накопленного экологического ущерба, ее мониторинго-инвентаризационной основой уже сегодня могут быть геохимически актуализированные и верифицированные данные по имеющимся «горячим точкам» (194) используемым как информационная база ***Национального кадастра особо загрязненных территорий***, включающего как пример, следующие характеристики.

Разномасштабное эколого-геохимическое картирование, осуществляемое в хозяйственно освоенных регионах, уверенно выявляет все значимые по размерам техногенные геохимические поля высокотоксичных химических элементов, происхождение которых было обусловлено неконтролируемыми выбросами и сбросами действующих, или уже закрытых производств, остаточные техногенные потоки которых способны аккумулироваться в активных компонентах (почвы, биота) окружающей среды на прилегающих территориях.

Сегодня большинство крупных городов и промышленных районов России, как правило, охарактеризованы эколого-геохимическими работами, и их результаты, квалифицируемые в официальных эколого-гигиенических терминах, позволяют реально оценить негативные итоги прежней хозяйственной деятельности и осуществить выбор наиболее эффективных способов санации загрязнений на основе ***специального банка технологий экологической очистки и реабилитации загрязненных объектов***, с учетом требований экологической безопасности и обеспечения здоровья контактирующего населения.

Численные данные о размерности и массе избыточной нагрузки особо опасных токсикантов в зонах заведомого превышения существующих санитарно-гигиенических нормативов могут быть учтены в виде накопленного экологического вреда (экологического пассива), который даже по существующим нормативам (вплоть до момента создания нового нормативного пакета по результатам ЭБР) может быть предварительно квалифицирован в конкретных, финансово-экономических терминах, по показателям нормативной платы за сбросы, выбросы или складирование отходов (Постановление Правительства РФ от 01.07.2005 г N 410 «О нормативах платы за выбросы в воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбро-

сы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления»).

Смысл предлагаемого экономико-геохимического подхода к оценке накопленного экологического ущерба в том, что впервые для почв катастрофически загрязненных территорий уже сейчас представляется возможным определить нормативно удостоверенную финансовую величину вреда (ущерба) от загрязнения, как пороговое (не ниже!) значение затрат на экологическую реабилитацию. Соответственно при формировании программ санации территорий эта величина определяет начальные размеры природокомпенсирующей доли расходов, наполнение которых осуществляться на солидарной основе с участием бюджетных и внебюджетных источников.

Сертификация эколого-геохимических данных для использования их в финансово-экономических процедурах оценки накопленного экологического ущерба в последующем потребует реновации ряда методических или нормативных документов, разработку которых также следует учесть в мероприятиях вышеозначенной программы.

Накопленный в результате хозяйственной деятельности прошлых лет экологический ущерб становится значимым фактором, замедляющим социально-экономическое развитие регионов России, а его и его экономико-финансовая констатация создает дополнительную правовую основу для экологической реабилитации объектов и территорий, юридически и финансово обязывает собственников улучшать экологическое состояние землеотводов и более эффективно способствовать сохранению окружающей природной среды.

Оценки экономической составляющей экологического ущерба для объектов окружающей среды по результатам эколого-геохимического картирования не требуют специальных методических новаций и не удорожают стоимостные показатели эколого-геохимических работ. Однако их применение на практике (специальный эколого-геохимический аудит состояния загрязненных территорий) существенно расширяет сферу использования результатов картирования, в том числе в вопросах кадастровой оценки недвижимости и земельных отводов (выявление т.н. экологических "пассивов"), аудите результатов капитализации отдельных объектов и природных ресурсов, а также имущественных спорах хозяйственных субъектов.

ПРОГНОЗ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ  $^{137}\text{Cs}$ ,  
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВО НОРМАТИВНО ЧИСТОЙ  
ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

*Музалевская А.А., Панов А.В.*

Всероссийский научно-исследовательский институт  
сельскохозяйственной радиологии и агроэкологии РАСХН, Обнинск,  
Россия, anna-muza@rambler.ru

При ведении сельскохозяйственного производства на территориях с повышенным содержанием радиоактивных веществ и оптимальном планировании севооборотов с целью получения продукции, отвечающей установленным радиологическим стандартам, важным этапом является оценка уровней загрязнения сельхозугодий, на которых не будут превышены нормы содержания радионуклидов в выращиваемых растениях. Особенно актуальной эта проблема стала после аварии на Чернобыльской АЭС, когда радиоактивным выпадениям подверглись огромные территории, не только Украины, где произошла авария, но и сопредельных государств, в том числе и России. Сразу после аварии на ЧАЭС для обеспечения радиационной безопасности были введены временно допустимые уровни (ВДУ) содержания радионуклидов в пищевой продукции, которые постоянно ужесточались. В настоящее время нормативы для продуктов питания (СанПиН-2.3.2.1078-01) являются неаварийными, и их соблюдение не приводит к превышению порога доз облучения населения, установленного законом «О радиационной безопасности» ( $1 \text{ м}^3/\text{год}$ ).

Однако, несмотря на то, что после аварии на ЧАЭС прошло более 20 лет, до сих пор на территории юго-западных районов Брянской области уровни радиоактивного загрязнения сельскохозяйственных угодий остаются достаточно высокими и часть производимой на них продукции не соответствует действующим санитарно-гигиеническим нормам. Это приводит к необходимости разработки и внедрения методов прогнозирования уровней загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  сельскохозяйственных угодий, при которых возможно получение нормативно чистой продукции растениеводства в различные сроки после радиоактивных выпадений.

При решении данной задачи, использовали полученные ранее данные о коэффициентах перехода (КП)  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растения в течение 20 лет после аварии на ЧАЭС.

Для анализа данных радиационного контроля почвы исследуемых сельскохозяйственных угодий Брянской области были разделены на группы по гранулометрическому составу, в соответствии с радиэкологической классификацией, используемой рядом международных ор-

ганизаций, в том числе МАГАТЭ. Для учета влияния защитных мероприятий на переход  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растения все сельскохозяйственные угодья были разделены на три группы по объемам проведения агрохимических мероприятий: без контрмер, с умеренным и интенсивным внедрением защитных мероприятий. Таким образом, на основе фактических КП  $^{137}\text{Cs}$  для каждой комбинации культура – почва – год – защитное мероприятие оценивали предельно допустимые уровни загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  сельхозугодий, на которых возможно получение нормативно чистой продукции для периода 1987-2006 гг., а также, используя математическую модель, выполнен прогноз до 2030 г.

Полученные результаты прогностических расчетов позволяют определить граничные уровни загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  сельскохозяйственных угодий, на которых возможно производство продукции растениеводства, удовлетворяющей нормативам СанПиН-2.3.2.1078-01, в любой год после радиоактивных выпадений. Так, в 2008 г., т.е. через 22 года после аварии на ЧАЭС, получение нормативно чистого зерна возможно на песчаных почвах в отсутствии защитных мероприятий при плотностях загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  менее  $325 \text{ кБк/м}^2$ . При применении минеральных удобрений такие плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  будут значительно выше – от 650 до  $1750 \text{ кБк/м}^2$  в зависимости от интенсивности использования агроメリорантов. На суглинистых почвах в отсутствии контрмер производство зерна, отвечающего нормативам СанПиН-2.3.2.1078-01, возможно в настоящее время при плотностях загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пашни до  $450 \text{ кБк/м}^2$ . При проведении контрмер в умеренных объемах этот показатель будет  $900 \text{ кБк/м}^2$ , а при интенсивных контрмерах –  $2800 \text{ кБк/м}^2$ . Следует также отметить, что если в первые годы после аварии на ЧАЭС для обеих групп почв разница в рассчитанных плотностях загрязнения пашни  $^{137}\text{Cs}$  с интенсивным применением защитных мероприятий и их отсутствием на участках, где возможно получение зерна, отвечающего действующим нормативам СанПиН-2.3.2.1078-01, составляла в среднем до 10 раз, то в настоящее время она снизилась до 5 раз.

Сравнительный анализ рассчитанных граничных плотностей загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пашни с реальными уровнями ее радиоактивного загрязнения показал, что основную долю нормативно чистого зерна на пашне, где интенсивно проводились контрмеры, можно было получать на песчаных почвах уже в 1989-1990 гг., а на суглинистых почвах в 1988-1989 гг. На песчаных почвах в отсутствии контрмер этого удалось достичь на несколько лет позже.

Прогноз уровней радиоактивного загрязнения пашни, при которых возможно получение нормативно чистого картофеля, показал, что в настоящее время данный вид продукции можно выращивать на песчаных почвах при плотностях загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  –  $1300 \text{ кБк/м}^2$  в отсутствии

защитных мероприятий и менее  $3000 \text{ кБк/м}^2$  – при их интенсивном внедрении. На суглинистых почвах граничные величины плотностей загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  будут, 2000 и  $9000 \text{ кБк/м}^2$ , соответственно. В настоящее время получение картофеля, отвечающего нормативам СанПиН-2.3.2.1078-01, возможно на пашне с достаточно высокими плотностями загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ . В реальных условиях такие уровни радиоактивного загрязнения пашни не встречаются.

При интенсивном проведении контрмер в юго-западных районах Брянской области вне зависимости от механического состава почв уже через 1-2 года после аварии на ЧАЭС выращивали картофель, соответствующий нормативам СанПиН-2.3.2.1078-01. В отсутствие контрмер соответствие действующему нормативу для этого вида растениеводческой продукции наблюдалось на песчаных почвах на 2-3 года позже, а на суглинистых почвах – в среднем на 1.5 года.

Выполненные прогностические расчеты для овощей показали, что плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пашни, при которой возможно производство данного вида растениеводческой продукции, удовлетворяющей нормативам, будет несколько выше, чем для картофеля. Так, на песчаных почвах в отсутствие контрмер получение овощей, отвечающих нормативам, возможно в настоящее время при уровнях загрязнения пашни менее  $^{137}\text{Cs}$   $2000 \text{ кБк/м}^2$ . В случае проведения защитных мероприятий в умеренных объемах такой показатель будет выше – до  $2700 \text{ кБк/м}^2$ , а при интенсивном применении агромелиорантов –  $6000 \text{ кБк/м}^2$ . На суглинистых почвах граничные плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пашни составят 2800, 4100 и  $8700 \text{ кБк/м}^2$ , без контрмер, их умеренном и интенсивном применении, соответственно.

В юго-западных районах Брянской области добиться получения овощной продукции, удовлетворяющей нормативам СанПиН-2.3.2.1078-01 ( $120 \text{ Бк/кг}$ ), так же как и картофеля, удалось уже в первые годы после аварии на ЧАЭС. На участках, где контрмеры проводились в максимальных объемах, это было достигнуто на суглинистых почвах уже в 1987 г., а на песчаных – через два года после аварии. На пашне в отсутствие защитных мероприятий в 6 юго-западных районах Брянской области выращивать овощи, содержание в которых  $^{137}\text{Cs}$  отвечало действующим нормативам, стало возможно на песчаных почвах в среднем через 3.5 года после аварии на ЧАЭС, а на суглинистых – через 1.5 года. Полученные данные позволяют сделать вывод, что применяемые в СанПиН-2.3.2.1078-01 нормативы, ограничивающие содержание  $^{137}\text{Cs}$  в картофеле и овощах, можно было вводить гораздо раньше срока, когда они фактически вступили в действие.

Таким образом, в настоящее время в наиболее радиоактивно загрязненных районах Брянской области возможно производство продук-

ции растениеводства с содержанием в ней радионуклидов, отвечающим нормативам СанПиН-2.3.2.1078-01, и объемы применения агроメリорантов в этих районах, должны быть обоснованы не столько по их радиологической эффективности, сколько по обеспечению оптимального режима питания растений и повышению урожайности.

### ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТХОДОВ КАРБИДА КАЛЬЦИЯ

*Никифоров Е.В., Попутникова Т.О., Рахлеева А.А., Семиколенных А.А.*  
Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,  
aasemik@mail.ru

Проблема размещения и утилизации отходов в последние годы резко обострилась из-за роста народонаселения, промышленного производства и накопления критической массы вредных отходов прошлых лет. В данной работе мы рассматриваем негативные воздействия на биоту и окружающую среду в целом такого отхода как отработка карбида кальция, широко применяющегося для получения ацетилена в промышленном производстве и для освещения подземных пространств газогенераторными лампами.

Технический карбид кальция (ТУ 6-01-1347-87 «карбид кальция специальный») - вещество, прошедшее промышленную переработку с использованием некондиционного сырья (прокаленных кристаллических известняков, высокозольного сланцевого и доменного кокса, твердых органических отходов и других). Полученный по таким технологиям технический карбид кальция имеет грязную окраску из-за загрязнения углём и другими примесями, например соединениями серы и фосфора, вследствие чего полученный из карбида ацетилен имеет неприятный запах.

В соответствии с Федеральным Классификационным Каталогом Отходов (ФККО) отход отработки карбида кальция классифицируется как «ил карбидный» и относится к «минеральным шламам» (код ФККО – 316 000 00 00 00 0) или «отходам окислов и гидроокислов» (код ФККО – 513 000 00 00 00 0). В качестве основы состава в паспортах опасного отхода указывается – гидроксид кальция и примеси (от 3 до 22% по разным данным), опасные свойства могут быть указаны иногда как – «острая токсичность для окружающей среды», а иногда как - «не установлены»; класс опасности отхода - четвертый.

В ходе проведенных экспериментальных работ, которые включали биотестирование отхода, предварительную обработку водой, экспо-

нирование различные сроки в окружающей среде (во влажной атмосфере горных выработок) было установлено, что отход отработки карбида кальция оказывает токсическое действие на окружающую среду и соответствует III классу опасности в соответствии с «Критериями отнесения опасных отходов к определенному классу опасности».

В составе выявленных компонентов, оказывающих токсическое действие на компоненты окружающей среды, были выявлены: гидроксид кальция, стронций и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ).

Биотестирование отхода с использованием ракообразных *Daphnia magna*, инфузорий *Paramecium caudatum*, а также пресноводных рыб *Danio rerio* в различных разведениях показало, что летальная кратность разбавления, при которой наблюдалась гибель более 50% экспериментальных особей (ЛКР) составила 1:100. Для контрольного образца химически чистой гашеной извести летальная кратность в аналогичном опыте разбавления составила 1:10. На основании полученных результатов все исследованные образцы отработки карбида кальция необходимо относить к III классу опасности отходов.

При выращивании овса в грунте с добавлением свежего отхода карбида кальция наблюдается выраженный эффект подавления роста растений. Уже при наличии в составе грунта отхода в количестве 10% в 2 раза уменьшилось как количество проросших семян, так и их морфометрические характеристики.

Трансформация отхода во времени заключается в постепенной карбонатизации гидроокиси под воздействием атмосферной углекислоты. Этот процесс на воздухе проходит медленно. После экспозиции 1 месяц в атмосфере горной выработки содержание углерода карбонатов возросло с 0 до 1,08 %. В образцах возрастом 3-4 года углерод карбонатов характеризовался содержанием чуть более 4 %, а в самом старом образце возрастом 13 лет – составлял около 6,5 %. Обработка водой комков отхода увеличивает скорость карбонатизации, однако незначительно. При предварительном измельчении отхода в порошок - углерод связывается в карбонат быстрее. При этом токсичность отхода возрастом 13 лет по результатам биотестирования по-прежнему относится к III классу опасности для окружающей среды.

В связи с этим, нецелесообразно размещать отходы отработки карбида кальция в окружающей среде. Особенно велик риск загрязнения природных вод. Для временного хранения или захоронения отходов отработки карбида кальция могут быть использованы специально обустроенные хранилища, исключающие перенос компонентов отхода в водной среде. Выдерживание отхода на воздухе для частичного обеззараживания без иных обработок – малоэффективно. Для обеззаражива-

ния могут конструироваться амбары-отстойники, в которых отход выдерживается под слоем воды. Водный раствор из амбара будет иметь после взаимодействия с отходом высокую токсичность и должен быть утилизирован как жидкий промышленный отход. После выдерживания отхода в амбаре-отстойнике (особенно при измельчении и перемешивании) возможно добиться снижения класса опасности осадка до четвертого. Далее осадок может быть использован в составе нерастворимых после отвердевания строительных смесей, в частности как пластифицирующая добавка к цементу.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИХ В АГРИКУЛЬТУРЕ

*Пахненко Е.П., Гунина Е.А.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва,  
Россия, eugenia-golubeva@yandex.ru

Для предотвращения загрязнения почв и производимой растительной продукции тяжелыми металлами в большинстве стран установлены национальные нормы предельно допустимого содержания (ПДК) тяжелых металлов в осадках сточных вод, используемых на удобрение.

Основными нормативными документами, касающимися применения осадков сточных вод (ОСВ) в качестве нетрадиционного удобрения на территории Российской Федерации являются: ГОСТ 17.4.3.07-2001 «Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений», Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения». В Москве для озеленения применяются различные почвогрунты, в состав которых могут входить также и осадки сточных вод. Для контроля за составом используемых почвогрунтов в 2004 году Правительством г. Москвы принято постановление N 514-ПП от 27.07.2004 (ред. 09.02.2010 г.) «О повышении качества почвогрунтов в городе Москве».

В Российской Федерации показатели качества осадков включают 8 элементов: кадмий, хром, медь, цинк, никель, свинец, ртуть, мышьяк (Стратегия использования..., 2002). В некоторых странах нормируется содержание марганца, кобальта, молибдена, сурьмы, хрома. Предельно допустимое содержание (ПДК) элементов в ОСВ населенных пунктов по странам и континентам варьирует. Например, предельная концентрация наиболее опасного элемента кадмия составляет для Канады 5 мг/кг, а для США - 17 мг/кг сухого вещества; допустимое содержа-

ние хрома в осадках для Дании составляет 40 мг/кг, а для США -1200 мг/кг, т.е. в 30 раз выше (табл. 1). ПДК определяются способностью почв к самоочистке и дозой внесения осадков. Установленные ПДК корректируются во времени по данным, которые получены в опытах и практике использования осадков в агрикультуре.

Таблица 1.  
Предельно допустимое содержание (ПДК) элементов в ОСВ стран при  
утилизации в качестве удобрений (мг/кг сухого вещества) (Пахненко,  
2007)

| Элемент | Минимальное со-<br>держание | Максимальное<br>содержание | Максимальное<br>содержание по<br>РФ, ГОСТ |
|---------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| Hg      | 5 (Канада)                  | 17 (США)                   | 15                                        |
| As      | 10 (Нидерланды)             | 75 (Канада)                | 20                                        |
| Cd      | 5 (Германия)                | 30-39 (США, Ук-<br>раина)  | 30                                        |
| Cr      | 40 (Дания)                  | 1200 (США)                 | 1000                                      |
| Pb      | 1000 (Швейцария)            | 300 (Швеция)               | 500                                       |

Для оценки влияния тяжелых металлов (ТМ) на все звенья агроценоза, особенно при внесении осадков сточных вод, существует несколько подходов: 1) оценивать влияние ТМ по содержанию валовых форм в осадках и в почве; 2) оценивать влияние ТМ по содержанию подвижных форм элемента, которые извлекаются ацетатно-аммонийным буфером из осадка и из почвы; 3) оценивать влияние осадка по содержанию ТМ в растениях (Пахненко, 2007).

В РФ содержание ТМ в осадках нормируется по I-ой и II-ой группам. Осадки I группы имеют более жесткие ограничения, чем осадки II-ой группы, нормативы для которой легко рассчитываются: как содержание элемента в I-ой группе  $\times 2$ . Нормативы РФ по содержанию ТМ II группы в основном соответствуют международным стандартам. Осадки первой группы пригодны для внесения по все виды сельскохозяйственных культур, кроме грибов, овощей, зеленых и земляники. Осадки второй группы используются под зерновые, зернобобовые, зернофуражные, технические и кормовые (кроме корнеклубнеплодов) культуры. Осадки обеих групп используются в промышленном цветоводстве, зеленом строительстве, в лесных и декоративных питомниках, для биологической рекультивации нарушенных земель и полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) (Типовой технологический регламент..., 2000). Осадки, в которых нормируемые показатели превышают допустимые для группы II значения, но при этом по химическому со-

ставу соответствуют 4-му классу опасности, могут использоваться для восстановления продуктивности нарушенных земель с целью лесохозяйственного и рекреационного направления их рекультивации или подлежат размещению на специально обустроенных полигонах или полигонах ТБО.

Дозы внесения осадков под сельскохозяйственные культуры в каждом конкретном случае рассчитывают с учетом фактического содержания нормируемых загрязнений в осадках и в почве (на участке внесения осадка). При внесении осадков в расчетных дозах качество выращиваемой сельскохозяйственной продукции должно соответствовать требованиям СанПиН 2.3.2.560-96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов». При содержании в почве любого из нормируемых загрязнений в концентрации свыше 0,8 ПДК внесение осадков в качестве удобрения запрещается. При возможном содержании в осадках ненормируемых настоящим стандартом тяжелых металлов и органических соединений, для которых разработаны ПДК в почвах, дозу внесения осадков определяют расчетно, с учетом фактического содержания загрязнения в почве и осадке.

Государственным стандартом Российской Федерации, кроме содержания тяжелых металлов в осадке, нормируются также некоторые агрохимические свойства осадков, такие как: массовая доля органических веществ (не менее 20% на сухое вещество), массовая доля общего азота (не менее 0,6 % на сухое вещество), массовая доля общего фосфора (не менее 1,5 % на сухое вещество). По регламенту РФ допускается использование осадков при  $pH_{KCl}$  5,5-8,5, однако практика показывает, что большинство осадков имеют нейтральную или слабощелочную реакцию среды. Реагентные осадки после обработки их  $CaO$  имеют  $pH=10-11$ , действующие в РФ нормативные документы допускают использование таких осадков на кислых почвах с  $pH$  менее 5,5 в качестве органоизвестковых удобрений в дозах, рассчитанных с учетом содержания кальция в составе вносимого осадка.

Одним из важнейших показателей экологической безопасности осадка являются его санитарно-эпидемиологические свойства. В нашей стране нормируется содержание бактерий группы кишечной палочки для 2-х групп осадков (100/1000 клеток/г осадка фактической влажности), а также не допускается наличие в осадке патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, яиц геогельминтов и цист кишечных патогенных простейших.

Порядок применения осадков в качестве удобрений определяет технологический регламент, который разрабатывают специализированные организации с учетом региональных и местных условий, в том чис-

ле свойств и гидрологического режима почв, содержания в осадках и почве нормируемых загрязнений, общего и минерального азота, фосфора, калия, особенностей возделывания культур, принятого севооборота и т.п., например, в 2000 году Минсельхозом РФ был разработан «Типовой технологический регламент использования осадков сточных вод в качестве удобрения», в 2002 г. в Барнауле был разработан «Технологический регламент использования осадков сточных вод в качестве удобрения в Алтайском крае».

Список литературы:

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. – М.: Госстандарт России, 2001. – 7 с.
2. Пахненко Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.
3. Стратегия использования осадков сточных вод и компостов на их основе в агрикультуре. Под редакцией академика Россельхозакадемии Н.З. Милащенко / ВИУА им. Д.Н. Прянишникова. М.: Агроконсалт, 2002, - 140 с.
4. Типовой технологический регламент использования осадков сточных вод в качестве удобрения. - М.: Минсельхоз РФ, ГУП НИИССВ «Прогресс». 2000. 20 с.
5. Технологический регламент использования осадков сточных вод в качестве удобрения в Алтайском крае. Барнаул, Алтайский филиал ФГУП НИИССВ Прогресс, 2002

#### НОРМИРОВАНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВЕ: ПЕРЕСМОТР ПОДХОДОВ

*Петрунина О.Ю., Горбатов В.С., Яковлев А.С.*

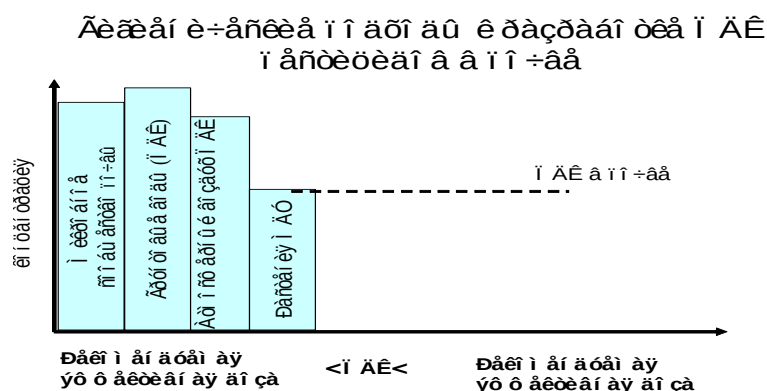
Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
petrunina\_olesya@mail.ru

Нормирование в области охраны окружающей среды и здоровья человека заключается в установлении нормативов качества окружающей среды и нормативов допустимого воздействия на человека и окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности. Одним из таких нормативов является предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредного вещества в почве – концентрация этого вещества в верхнем пахотном слое почвы, которая не должна оказывать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающиеся с почвой среды и на здоровье человека, а также на самоочищающую способность почвы. Этот показатель, прежде всего, является санитарно-гигиеническим нормативом и призван ограничить уровень неприемлемого воздействия на здоровье человека загрязняющего вещества, которое может через загрязненную почву поступать в организм человека с

водой, вдыхаемым воздухом и пищей (прежде всего растительного происхождения). К сожалению, принятые в Российской Федерации научно-методические подходы к нормированию загрязняющих веществ в почве не учитывают специфики этих веществ и, особенно, это касается пестицидов. Кроме того, как уже указывалось выше, этот норматив является санитарно-гигиеническим и по нему сложно судить об уровне экологической опасности пестицида.

В данной работе сделана попытка критически оценить подходы санитарно-гигиенического нормирования пестицидов в почве и предложить простой и эффективный метод определения их ПДК, учитывающий особенности данных химических веществ и позволяющий получить универсальный санитарно-гигиенический и экологический норматив для контроля за содержанием пестицидов в почве.

Гигиенические подходы к разработке ПДК основаны на определении пороговых концентраций по нескольким показателям вредности: миграционно-водному (ПДК в воде), миграционно-воздушному (ПДК в воздухе), фитоаккумуляционному (максимально допустимый уровень в с/х продукции), токсикологическому влиянию на микробное сообщество. Тот показатель вредности, который имеет наименьшую пороговую величину, избирают как лимитирующий показатель вредности, рекомендуемый в качестве ПДК.



Основное отличие пестицидов от других загрязняющих веществ заключается в том, что известно: где, когда и в каких количествах они применяются. В процессе разработки и регистрации нового пестицида сначала оценивается его эффективность и определяется регламент его применения (норма расхода). Затем детально изучается его токсичность для человека, поведение в окружающей среде (стойкость, миграция из почв грунтовые и поверхностные воды, атмосферный воздух, поступле-

ние в растения), и влияние на нецелевые виды дикой природы (включая почвообитающие виды организмов). Эти изучения проводят в условиях рекомендуемого регламента и возможной передозировки (используются завышенная в 10 раз норма расхода пестицида).

Таким образом, в ходе исследований, предшествующих коммерческому применению пестицида в сельском хозяйстве, устанавливается эффективная и безопасная норма расхода (с учетом запаса), соблюдение которой гарантирует отсутствие неприемлемого воздействия на человека и окружающую среду.

Проведенная нами сравнительная оценка ныне действующих гигиенических нормативов (ПДК) пестицидов (для примера взяты инсектициды, зарегистрированные в России (см. таб.)) и их концентраций в почве, соответствующих максимально рекомендуемым нормам применения, показала, что в большинстве случаев в момент обработки растений концентрация пестицидов в почве может быть меньше ПДК, однако существуют случаи, когда она превышает ПДК. Это **свидетельствует о непригодности данного норматива для контроля за безопасным содержанием пестицидов в почве.** Гигиенические нормативы (ПДК) пестицидов не позволяют достаточно полно охарактеризовать опасность применения пестицидов для окружающей среды, они служат ориентиром для последующей оценки путей и интенсивности их воздействия на человека.

**Таблица. ПДК инсектицидов, зарегистрированных в России, и их рекомендуемые нормы расхода**

| Название д.в.     | Норма расхода, мг/кг | ПДК/ОДК мг/кг |
|-------------------|----------------------|---------------|
| альфа-циперметрин | 0,008                | /0.02         |
| ацетамиприд       | 0,021                | /0.06         |
| бенсултап         | 0,125                | /0.06         |
| бифентрин         | 0,008                | /0.1          |
| дельтаметрин      | 0,003                | 0.01/ (тр.)   |
| диазинон          | 1,000                | 0.1/ (тр.)    |
| диметоат          | 0,667                | /0.1          |
| дифлубензурон     | 0,031                | /0.2          |
| имidakлоприд      | 0,042                | 0.04/         |
| карбосульфат      | 0,208                | 0.01/         |
| люфенурон         | 0,013                | /0.1          |
| лямбда-цигалотрин | 0,004                | /0.05         |
| пиримифос-метил   | 0,625                | 0.5/(тр)      |
| тау-флювалинат    | 0,020                | /0.01         |

В качестве норматива пестицидов в почве рекомендуется показатель максимально возможной концентрации, рассчитанный из максимально рекомендуемой нормы применения пестицида. Он отражает допустимый уровень воздействия пестицида на почву и может также использоваться для контроля его содержания в почве.

#### ОЦЕНОЧНЫЕ И ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

*Попов А. И., Русаков А. В., Максименкова М. П.*

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,  
Россия, [paihumic@gmail.com](mailto:paihumic@gmail.com)

Особенностью почв, как биокосных систем, является то, что в них практически нет обратимых процессов. Все процессы, которые в них протекают, носят необратимый характер, то есть сопровождаются увеличением энтропии. При этом почвы не просто открытые системы, а системы, находящиеся в стационарном состоянии. Как известно (Опри-тов, 1999), при стационарном состоянии приток и отток энтропии происходят с постоянной скоростью, поэтому общая энтропия системы не меняется во времени. Органическое вещество почв представляет диссипативную систему, которая не может существовать без постоянного притока вещества и энергии извне (Черников, 1983).

При характеристике, антропогенной нагрузки, особенно сельскохозяйственного воздействия, качественный состав почвенного органического вещества (ПОВ) необходимо оценивать с позиции их устойчивости к минерализации. Для характеристики качественного состава органического материала агропочв, отражающей функционирование ПОВ, был разработан метод хемодеструкционного фракционирования (ХДФ) с помощью растворов дихромата калия (Попов, Цыплёнков, 1991). Этот метод основан на измерении отличающихся по устойчивости к действию одного окислителя (дихромата калия) компонентов ПОВ. Метод ХДФ позволяет определять до 11 фракций, различающихся по устойчивости к окислению, что очень важно для выработки оценочных критериев качественного состава органического вещества агропочв. Однако вполне достаточным может быть определение только трёх фракций ПОВ: легкоокисляемого, среднеокисляемого и трудноокисляемого материала

Метод хемодеструкционного фракционирования ПОВ основан на разной устойчивости компонентов органического вещества почв

и/или различных частей органических макромолекул к окислителю ( $K_2Cr_2O_7$ ). Содержание легко и трудно окисляемых фракций почвенного органического вещества зависит от интенсивности антропогенного влияния на объекты.

Предлагаемый метод (окисление ПОВ растворами  $K_2Cr_2O_7$ ) — хемотреструкционное фракционирование — относится к физико-химическому анализу органического материала биокосных тел (в частности ПОВ) и основан на выявлении разной устойчивости компонентов ПОВ и/или различных частей органических макромолекул к действию окислителей. С этой целью готовится серия растворов (обычно от 3 до 11) с одинаковой концентрацией окислителя ( $K_2Cr_2O_7$ ), но с линейно возрастающей окисляющей способностью. Последняя задаётся разным количеством серной кислоты и описывается с помощью кислотной функции Гамметта (Роров et al., 1992). Чем выше окисляющая способность раствора-окислителя, тем выше химическая деструкция органического материала. Лабильные формы ПОВ окисляются растворами с низкой окисляющей способностью, а относительно стабильные — с более высокой. На этой основе и определяются лабильные и стабильные части ПОВ (Попов и др., 2004).

Предлагаемый метод позволяет определить 11 фракций ПОВ. С 1-й по 4-ю фракцию представляют собой легкоокисляемую (лабильную) часть, с 5-й по 7-ю — средне окисляемую часть и с 8-й по 11-ю — относительно трудноокисляемую (стабильную) часть ПОВ. Каждая фракция (часть окисленного ПОВ) выражается в процентах от содержания углерода органических соединений (Собщ.). Для получения результатов в дифференциальной форме — из каждого последующего результата (количество окисленного органического материала) вычитался предыдущий.

Результаты сравнения качественного состава органического вещества светлогумусового, серогумусового и темnogумусового горизонтов почв методом ХДФ, свидетельствуют о том, что органический материал целинных почв разных типов содержит равновеликое количество легко и трудно окисляемой частей. Данный факт указывает на то, что процессы трансформации органического вещества в разных климатических условиях протекают однонаправленно, и в результате формируется кинетически устойчивая и сбалансированная система компонентов ПОВ.

С помощью ХДФ также обнаружено, что в более гидроморфных условиях в ПОВ гумусово-аккумулятивных горизонтов содержится больше легко окисляемых соединений. Причиной наблюдаемого явления, по всей видимости, является более «рыхлое» строение ГВ, возникающих при гидроморфизме (Фокин, 1974; Дречина, 1983).

Как следует из результатов ХДФ образцов гумусовых горизонтов агродерново-подзолистых среднесуглинистых ненасыщенных почв, относящихся к одному пахотному массиву и отличающихся друг от друга содержанием углерода органических соединений, с увеличением количества органического вещества в гумусовых горизонтах пахотных почв, возрастает в составе ПОВ доля легко окисляемых фракций. Установленная закономерность очевидно связана с тем, что с увеличением внесения в почву органических удобрений, в дозе, приводящей к положительному балансу гумуса, происходит относительное возрастание в составе ПОВ доли новообразованных ГВ, последние, как известно (Александрова, 1980), по сравнению со «старыми» ГВ, характеризуются меньшей окисленностью и большей молекулярной массой, т. е. более развитым пространственным строением.

Длительное интенсивное сельскохозяйственное использование почв может также привести к преобладанию в составе ПОВ доли трудноокисляемых соединений, несмотря на достаточно высокую гумусированность, например агродерново-подзолистых почв. Подобное явление, по-видимому, связано с нарушениями трансформации ПОВ или изменением физического состояния ГВ, как коллоидных систем.

Оценочные критерии качественного состава ПОВ на основе хе-модеструкционного фракционирования могут базироваться на интервале значений доли легкоокисляемого материала:

- 1) 0–14,6 % – почвы формируются в условиях очень хорошей дренированности, окислительные и элювиальные процессы весьма преобладают;
- 2) 14,6–23,6 % – почвы формируются в условиях хорошей дренированности, окислительные и элювиальные процессы преобладают;
- 3) 23,6–38,0 % – почвы формируются в условиях умеренной дренированности, окислительные и элювиальные процессы преобладают слабо;
- 4) 38,0–62,0 % – почвы формируются в условиях плохой дренированности, окислительные и элювиальные процессы преобладают весьма слабо;
- 5) > 62,0 % – почвы формируются в отсутствии дренированности, восстановленные процессы преобладают.

Параметры оценки ПОВ могут основываться на величине относительной энтропии по К. Шеннону ( $H_0$ ), последняя рассчитывалась на основании результатов ХДФ. Распределение относительной энтропии, рассчитанной на основе результатов ХДФ органического вещества исследованных почв, описывается квадратичным уравнением. Установлено, что величина информационной энтропии снижалась в случае диспропорционального увеличения доли или легко-, или трудноокисляемо-

го органического материала и возрастала с увеличением пропорциональности всех фракций (обычно данное явление наблюдалось с ростом доли среднеокисляемого материала). Величина относительной энтропии, определённая на основе ХДФ ПОВ, представляет собой некий интегральный показатель, характеризующий сбалансированность фракций, отличающихся по устойчивости к окислению. В гумусовых горизонтах целинных почв величина информационной энтропии была максимальной, тогда как повышенное увлажнение или иссушение способствовали снижению энтропии.

АНАЛИЗ ЗАКОНОДАТЕЛЬНО-НОРМАТИВНОЙ И  
МЕТОДИЧЕСКОЙ БАЗЫ  
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НОРМИРОВАНИЯ ДОПУСТИМЫХ НАГРУЗОК  
АТМОСФЕРНЫХ ПОЛЛЮТАНТОВ НА НАЗЕМНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

*Припутина И.В.*

Учреждение Российской академии наук Институт физико-химических и  
биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, Россия,  
v\_35\_6@rambler.ru

В современном экологическом законодательстве РФ имеется достаточно широкий круг федеральных законов прямого действия, направленных на регулирование правоотношений в области обеспечения охраны окружающей среды (ОС). К числу основных относится Федеральный закон №7 от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды», а также ряд других нормативных документов. Их анализ свидетельствует о признании на государственном уровне значимости экологических вопросов для благополучия общества и обеспечения устойчивого развития страны. Одним из инструментов предотвращения неблагоприятных экологических изменений ОС законодательно признается научно-обоснованное *нормирование антропогенных воздействий* на природную среду с учетом разнообразия природных условий российских регионов и характера техногенных нагрузок. Однако в настоящее время многие теоретические положения этих документов не в полной мере обеспечены методической и регламентирующей документацией, необходимой для их практической реализации.

Согласно ФЗ-№7 «Об охране окружающей среды (2002), нормирование представляет собой процесс установления предельно допустимых масштабов воздействия хозяйственной и иной деятельности на ОС в целом или на отдельные природные объекты, гарантирующих сохранение благоприятной ОС и обеспечение экологической безопасно-

сти. В отношении воздействий, связанных с загрязнением ОС техногенными поллютантами, к настоящему моменту в ряде отраслей разработаны и утверждены отраслевые методики расчета допустимых выбросов и сбросов вредных веществ предприятиями в природные среды (атмосферу, почвы, природные водоемы), на основании которых, в том числе, определяются санитарно-защитные зоны промышленных объектов. Помимо этих экологических показателей, к числу нормативов допустимого воздействия на ОС данный закон относит *допустимые антропогенные нагрузки* на природные объекты (превышение которых ведет к нарушению устойчивого состояния экосистем, их естественного развития и ухудшению условий использования природного объекта или его части (участка)). Утвержденных стандартных методик расчета допустимых антропогенных нагрузок поллютантов на экосистемы в РФ пока нет. В тоже время, данное в законе определение допустимой антропогенной нагрузки во многом совпадает с определением термина *критическая нагрузка* (КН), который с 80-х годов прошлого столетия используется международным сообществом в рамках исследований по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния для регулирования интенсивности эмиссии атмосферных поллютантов в Европе (<http://www.unece.org/env/lrtap>). В рамках исследования по данной Конвенции подготовлены методические рекомендации для расчета величин КН в отношении атмосферных поллютантов кислотной направленности действия, эвтрофирующих соединений и ряда ТМ, которые опубликованы на специальном Интернет-сайте в открытом доступе (<http://icpmapping.org/cms/zeigeBereich/5/manual-und-downloads.html>). В РФ, подписавшей эту Конвенцию, в соответствии с обязательствами расчеты КН выполняются на национальном уровне для Европейской части страны (<http://www.pbl.nl/en/themasites/cce/publications/cce-status-reports-1991-2003/index.html>). Согласно принципу международного сотрудничества в области охраны ОС, закрепленному в ФЗ-№7 (2002), использование международных стандартов качества природных сред и экологических нормативов является приоритетным при обосновании интенсивности техногенных воздействий на территории РФ, что, на наш взгляд, делает легитимным использование данной методики в отечественной практике природоохранной деятельности. Так, например, оценки величин КН выполнены в рамках экологического обоснования ряда проектов ОАО «Газпром» (Башкин и др., 2002, 2009; Припутина и др., 2006, 2008; и др.).

Расчет величин КН поллютантов учитывает биогеохимические связи между компонентами биосферы и основан на количественной параметризации масс-баланса элементов в экосистемах, зависящего от конкретных ландшафтно-климатических и почвенных условий. Т.о.,

обеспечивается важный экологический принцип интегрированного и индивидуального подхода к установлению нормативных требований (ФЗ-№7, 2002), поскольку осуществляемая и планируемая антропогенная деятельность способна оказывать на природную среду различное воздействие, что необходимо учитывать при принятии управленческих решений о возможности осуществления хозяйственной деятельности. Одновременно, при расчетах КН возможен дифференцированный подход к территориям с различными типами землепользования за счет использования тех или иных показателей критического содержания поллютантов в индикаторных средах (почвах, растениеводческой продукции, грунтовых водах и т.п.), что особенно важно при разработке нормативов допустимых антропогенных нагрузок на региональном уровне в соответствии с конкретными природоохранными приоритетами. В зависимости от наличия и детальности необходимой для расчетов КН входной информации возможно использование детерминированных или вероятностных методов оценки допустимых антропогенных нагрузок поллютантов на экосистемы и природно-территориальные комплексы (ПТК). Вероятностные методы оценки позволяют получить для каждого ПТК не одно – «пороговое» значение КН, а определить наиболее вероятный интервал значений допустимых нагрузок конкретного поллютанта (Припутина и др., 2009), что снижает неизбежную неопределенность подобных оценок, и одновременно, расширяет возможности применения данной методики в практике принятия управленческих решений в экологической сфере. Так, например, методика расчета КН использована нами в рамках процедур оценки экологических рисков для наземных экосистем Крайнего Севера в связи с разработкой газовых месторождений полуострова Ямал (Припутина, Башкин, 2008). Экологический риск в отношении эффектов эвтрофирования экосистем в связи с эмиссией  $\text{NO}_x$  при добыче природного газа определялся нами как вероятность превышения допустимых нагрузок поступления азота с атмосферными выпадениями при разных сценариях эмиссии, что согласуется с законодательно закрепленным определением термина «экологический риск» (ФЗ -№7, 2002). Полученные результаты позволяют снизить возможные экологические риски до приемлемых уровней.

Литература:

Башкин В.Н., Казак А.С., Снакин В.В., Припутина И.В. и др. Устойчивость экосистем к эмиссиям магистральных газопроводов. – Москва-Смоленск: Универсум, 2002. – 232 с.

Башкин В.Н., Припутина И.В., Маклюк О.С., Танканаг А.В. Экологическое обоснование региональных нормативов допустимых воздействий атмосферных поллютантов для наземных экосистем // *Наука и техника в газовой промышленности*, 2009, №2, С. 33-40.

Припутина И.В., Башкин В.Н., Казак А.С., Горлов Д.В. Биогеохимические подходы к оценке устойчивости экосистем в зонах воздействия системы газопроводов «Средняя Азия – Центр» // *Проблемы биогеохимии и геохимической экологии*, 2006, № 2. – С. 102-109.

Припутина И.В., Башкин В.Н. Анализ экологических рисков эмиссии оксидов азота при эксплуатации газоконденсатных месторождений Крайнего Севера // *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*. 2008. №8. С. 23-28.

Припутина И.В., Башкин В.Н., Бухгалтер Э.Б. Методология оценки критических нагрузок для экологической экспертизы и ОВОС // *Газовая промышленность*. 2008. Спец.вып. № 619. С. 6-8.

Припутина И.В., Танканаг А.В., Аверкиева И.Ю. Использование биогеохимических моделей масс-баланса для оценки устойчивости экосистем к воздействию атмосферных поллютантов // *Известия Самарского научного центра*, 2009, вып. 7, С. 1581-1588.

#### СРАВНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ТЕСТ-КУЛЬТУР РАЗНЫХ ТРОФИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ПРИ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ УРБАНОЗЕМОВ КИРОВА

Пукальчик М.А.<sup>1</sup>, Терехова В.А.<sup>2</sup>, Ашихмина Т.Я.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Вятский государственный гуманитарный университет, Киров, Россия, pukalchik.maria@gmail.com

<sup>2</sup>Институт проблем экологии и эволюции РАН, Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Экологическое нормирование предполагает учет предельно допустимой нагрузки на экосистему. Допустимой считается такая нагрузка, «под воздействием которой отклонение от нормального состояния системы не превышает естественных изменений и, следовательно, не вызывает нежелательных последствий у живых организмов и не ведет к ухудшению качества среды» (Израэль, 1984). Городские почвы это сложные объекты, являющиеся депонирующей средой, и именно их состояние наиболее полно отражает процессы функционирования биогеохимических циклов и потоковых систем в урбоэкосистемах (Саэт, 1983; Экологические функции городских почв, 2004; Герасимова, 2003). Для городских почв наиболее остро стоит проблема накопления тяжелых металлов в верхних горизонтах почвы, приводящее к длительному токсическому действию на все группы организмов, населяющих почву и произрастающих на почве. Оценка состояния почв – обязательная основа для выявления степени антропогенной нагрузки на территорию (Курбатова, 2005).

Биологические методы оценки степени деградации экологических систем, в том числе, и такого специфического объекта как урбано-земы, относятся к интегральным. Они отражают кумулятивное воздействие целого ряда факторов, учитывая эффекты синергизма и антагонизма между отдельными факторами деградации. В ряде случаев они являются более чувствительными по сравнению с инструментальными методами. Среди них условно выделяют следующие: определение микробиологической активности, определение ферментативной активности, методы оценки влияния загрязнения среды на человека, растения, и биологические объекты.

Цель работы – сравнение чувствительности биотест-систем при характеристике методами биотестирования уровня токсичности почв в зоне промышленного воздействия г. Кирова.

Материалами исследований являлись почвы различных категорий землепользования, отобранных с одного кадастрового района г. Кирова. По данным химико-аналитических исследований во всех почвах, за исключением условно чистого фонового района, наблюдалось превышение ПДК по меньшей мере таких элементов как Cr, Cd, Ni, Pb. Отбор почвенных проб проводился в мае 2010 г. из верхних генетических горизонтов на глубину до 20 см по методике, используемой для проведения мониторинга городских почв. Анализировали смешанные пробы, отобранные на 5 пробных площадках. С учетом преобладания ветров западного направления, фоновая точка была определена в юго-западной части города на территории лесопарковой зоны, наименее подверженной воздействию промышленных объектов.

Считается, что для повышения объективности оценки экологической токсичности следует использовать несколько тест-систем. По крайней мере, критерии, разработанные природоохранными ведомствами (Приказ №511 МПР РФ) предусматривают при определении класса опасности отходов анализировать образцы не менее чем на двух видах тест-организмов разной таксономической принадлежности. Для реализации биотического подхода к оценке окружающей среды необходим более широкий набор методов для получения информации о состоянии сообщества, с помощью которых можно отличить экологически благоприятную среду от системы, в которой произошли значительные изменения.

Для комплексной экотоксикологической оценки техногенно загрязненных почв авторами настоящей работы из всего комплекса методов биотестирования, существующих в настоящее время, была выбрана схема экспресс-оценки в рамках реализуемой в ЛЭТАП концепции «Биосканер» с анализом степени уязвимости организмов на разных уровнях трофической цепи. Исследовали тест-отклики продуцентов

(микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* и высшие растения - *Sinapis alba*), консументов (низшие ракообразные *Daphnia magna* и инфузории *Paramecium caudatum*) и редуцентов (светящиеся бактерии - биосенсор «Эколюм» и микромицеты - *Fusarium oxysporum*).

Результаты экспериментальной проверки показали, что наибольшая токсичность исследуемых образцов проявилась по отношению к редуцентам, причем по скорости радиального прироста *Fusarium oxysporum* индекс токсичности урбаноземов превысил в среднем на 75% аналогичный показатель для фоновой площадки. При исследовании проб в тест-системе «Эколюм» их токсичность по отношению к фону не превышала 50%, что по условиям данной методики следует трактовать как «отсутствие токсичности». На наш взгляд, эти различия в значениях биотического отклика на двух разных видах редуцентов могут быть объяснены различиями в процедуре подготовки проб к биотестированию на грибах и бактериях. Для биотестирования с использованием *Fusarium oxysporum* почвенная вытяжка подвергалась предварительному автоклавированию (1,5 ч. при 1 атм.), поэтому эффект почвенных проб на прирост колоний микромицета зависит лишь от химического состава пробы, исключая воздействие метаболитов нативной микробиоты. В то время как в бактериальном биотесте пробы анализировались без предварительной стерилизации и в таком случае не исключено воздействие естественной почвенной микробиоты на интенсивность биолюминесценции тестовых бактерий.

По отношению к продуцентам почвы характеризовались средней и высокой степенью токсичности. Наименее чувствительным параметром являлся прирост численности популяций зеленой протококковой водоросли *Scenedesmus quadricauda*. Большая часть проб характеризовалась снижением интенсивности прироста водорослей на 36-40% относительно фона. Наиболее чувствительным к загрязнению оказался показатель длины корней семян двудольных *Sinapis alba*. Индексы токсичности в пробах урбаноземов и на фоновой площадке различались более чем на 47%. Интересно, что увеличение токсичности почвенных образцов сопровождалось стимуляцией всхожести семян, что возможно объясняется особенностями развития микроорганизмов или более щелочной реакцией среды загрязненных почв.

Наименее чувствительными по отношению к техногенному загрязнению исследуемых почв оказались консументы. Индекс токсичности для простейших и ракообразных изменялся синхронно во всех образцах в двух тест-системах. Все пробы оказались токсичными, летальный медианный эффект (гибель 50 % особей за установленный методиками интервал времени) не зафиксирован. В этой серии опытов различия опытных образцов и фоновых были на уровне 25-32%.

Таким образом, обобщая результаты экотоксикологических испытаний городских почв г. Кирова на основе анализа откликов организмов трех основных трофических уровней, в порядке убывания чувствительности их можно представить следующим образом: редуценты > продуценты > консументы.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 10-04-90758-моб\_ст.*

#### Литература

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с. – Саэт Ю.Е. Геохимические принципы выявления зон воздействия промышленных выбросов в городских агломерациях/ Саэт Ю.Е., Смирнова Р.С.// Вопросы географии. – М.: Мысль, 1983. – С. 45-55. – Экологические функции городских почв/ ответственные редакторы А.С. Курабатов, В.Н. Башкин. – М. – Смоленск: Маджента, 2004. – 232 с. – Герасимова М.И. Антропогенные почвы. Генезис, география, рекультивация. / Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Москва – Смоленск: Ойкумена, 2003 – 268 с. – Курбатова А.С. Оценка состояния почв и грунтов при проведении инженерно-экологических изысканий / А.С. Курбатова, С.А. Герасимова, Т.В. Решетина, И.Д. Федоров, В.Н. Башкин, А.Б. Щербаков. – М.: Научный Мир, 2005 – 180 с.

## ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ В УКРАИНЕ: СТАНДАРТИЗАЦИЯ И НОРМИРОВАНИЕ

*Радзий В.Ф.*

Волынский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк,  
Украина, kiver\_rad@ukr.net

Стандартизация и нормирование являются одними из важных мероприятий, что входят в содержание охраны земель. Правовая регуляция стандартизации в Украине осуществляется согласно нормам Земельного кодекса Украины, Законам Украины “О стандартизации”, “Об оценке земель”, “О землеустройстве”, “Об охране окружающей природной среды”, “Об охране земель” и др. Соответственно этим нормативно-правовым актам стандартизация и нормирование в области охраны земель и восстановления плодородия осуществляется с целью обеспечения экологической и санитарно-гигиенической безопасности граждан путем принятия соответствующих нормативов и стандартов, которые определяют требования относительно качества земель, допустимой антропогенной нагрузки на почвы и отдельные территории.

Организационно-административная регуляция использования земельных ресурсов осуществляется, главным образом, посредством

таких инструментов земельной политики, как: нормативы, стандарты, порядки, рекомендации и инструкции.

В Законе Украины “О землеустройстве” определено, что государственные стандарты, нормы и правила в сфере землеустройства устанавливают комплекс качественных и количественных показателей, параметров, что регламентируют разработку и реализацию документации из землеустройства с учетом экологических, экономических, социальных, природно-климатических и других условий. В Законе Украины “Об охране земель” определено, что стандартизация и нормирование в отрасли охраны земель заключаются в обеспечении экологической и санитарно-гигиенической безопасности граждан путем определения требований относительно качества земель, плодородия почв, допустимой антропогенной нагрузки и хозяйственного освоения земель. Соответственно ст. 29 к нормативным документам из стандартизации в отрасли охраны земель принадлежат:

- сроки, понятие классификации;
- методы, методики и средства определения состава и свойств земель;
- требования к сбору, учету, обработке, сохранению, анализу информации о качестве земель, прогнозирование изменения плодородия почв;
- требования относительно рационального использования и охраны земель;
- технические условия относительно процессов и услуг в сфере охраны земель;
- метрологические нормы, правила, требования к организации работ;
- другие нормативные документы из стандартизации в области охраны земель.

Нормативные документы в области охраны земель разрабатываются, утверждаются, проверяются и пересматриваются в порядке, установленном Законом Украины “О стандартизации”. Нормативы в отрасли охраны земель и воссоздания плодородия почв следующие:

- предельно допустимого загрязнения почв;
- качественного состояния почв;
- оптимального соотношения земельных угодий;
- показателей деградации земель и почв.

Нормативы в области охраны земель и воссоздания плодородия почв устанавливает Кабинет Министров Украины. Нормативы предельно допустимого загрязнения почв определяются с целью установления критериев пригодности земель для использования их по целевому на-

значению. К нормативам предельно допустимого загрязнения почв принадлежат:

- предельно-допустимые концентрации в почвах химических веществ, остаточных количеств пестицидов и агрохимикатов, тяжелых металлов и др.;

- максимально допустимые уровни загрязнения почв радиоактивными веществами.

Нормативы качественного состояния почв устанавливаются с целью предотвращения их истощения и используются для осуществления контроля за качественным состоянием почв. Нормативы качественного состояния почв определяют уровень загрязнения, оптимальное содержание питательных веществ, физико-химические свойства и тому подобное.

Нормативы оптимального соотношения земельных угодий устанавливаются для предотвращения избыточного антропогенного влияния на них, в частности, избыточной распаханности сельскохозяйственных угодий. К нормативам оптимального соотношения земельных угодий принадлежат:

- оптимальное соотношение земель сельскохозяйственного, природно-заповедного и другого природоохранного, оздоровительного, историко-культурного, рекреационного назначения, а также земель лесного и водного фондов;

- оптимальное соотношение пашни и многолетних насаждений, сенокосов, пастбищ, а также земель под защитными лесополосами в агроландшафтах.

Нормативы показателей деградации земель устанавливаются для каждой категории земель с целью предотвращения ухудшения их состояния и используются для осуществления контроля за использованием и охраной земель. К нормативам показателей деградации земель принадлежат показатели предельно допустимого ухудшения состояния и свойств земельных ресурсов в результате антропогенного влияния и негативных природных явлений, а также нормативы интенсивности использования земель сельскохозяйственного назначения.

Показатели интенсивности использования земель сельскохозяйственного назначения устанавливаются с учетом данных агрохимической паспортизации земель. При установлении показателей интенсивности использования земель сельскохозяйственного назначения определяются сельскохозяйственные культуры, выращивание которых ограничивается или запрещается, а также технологии и отдельные агротехнические операции относительно их выращивания. Показатели интенсивности использования земель сельскохозяйственного назначения исполь-

зуются в процессе составления проектно-технологической документации на выращивание сельскохозяйственных культур.

Вместе с тем, следует отметить позитивные сдвиги в созданной национальной системе нормирования и стандартизации в отрасли государственного земельного кадастра. С этой целью разработана *Концепция единой системы нормативно-правовых актов в сфере государственного земельного кадастра*. Концепция в сфере государственного земельного кадастра и землеустройства отвечает современному уровню развития нормативно-правовых актов, обеспечивает проведение единой земельной и экологической политики, направленной на выполнение актуальных и эффективных мероприятий по ведению государственного земельного кадастра и рационального использования земель. Основной предпосылкой решения проблем социально-экономической и экологической составляющей землепользования является обеспечение его постоянства, производительных функций земли как природного капитала. Экологическая составляющая устойчивого землепользования это комплекс свойств почв и соответствующих процессов, существование которых позволяет поддерживать характерные параметры почв в пространстве и времени.

Наиболее приоритетные задания нормирования в сфере государственного земельного кадастра и землеустройства касаются тех видов земельно-кадастровой документации, которые в первую очередь имеют влияние на гарантирование государственного права собственности или права пользования земельными участками, перераспределение земельных ресурсов, формирование устойчивого землепользования, деградацию земель, ухудшение экологической ситуации в стране или ее регионах, а также четкое определение категорий земель и типов землепользования, которые испытывают наибольшие негативные изменения.

Следовательно, стандартизация и нормирование, определенное законами Украины “О землеустройстве”, “Об охране земель” и другими проводятся с целью установления комплекса обязательных норм, правил и требований по организации рационального использования и охраны земель, обеспечение экологической безопасности землепользования. Они являются обязательным звеном в механизмах управления земельными ресурсами.

«ТЕХНОЛОГИИ БИОТЕСТИРОВАНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ  
КОНТРОЛЕ» – ИННОВАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ПРОГРАММА НА ФАКУЛЬТЕТЕ ПОЧВОВЕДЕНИЯ МГУ

*Рахлеева А.А., Терехова В.А.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, letap-msu@gmail.com

Инновационное образование, провозглашенное приоритетным национальным проектом, предполагает обучение в процессе создания новых знаний. Оно основывается на интеграции фундаментальной науки, непосредственно учебного процесса и производства. Практические задачи, решаемые в ходе совершенствования современной системы экологического нормирования и сертификации почв, требуют в числе прочего грамотного использования накопленного опыта и знаний в области токсикологии.

После некоторого спада на рубеже 70-80-х годов прошлого столетия заметно возросли масштабы, и расширилась сфера применения методов экологического контроля, основанных на реакции живых организмов. Биотесты весьма востребованы при исследовании уровня опасности отходов и нормировании вредных воздействий на природные среды. Особое значение в современном мире приобретает оценка экологической токсичности продукции биотехнологий и наноматериалов. По мере того, как использование наночастиц растет, риск от них также возрастает [1,2,3, [www.nanometer.ru](http://www.nanometer.ru) и др.]. Свидетельством тому, что проблема экологической безопасности нанотехнологий в последнее время резко обострила интерес к биотестированию как надежному способу экспресс-оценки биоактивности новых материалов, служат новейшие нормативные документы, в частности Методические указания «Микробиологическая и молекулярно-генетическая оценка воздействия наноматериалов на представителей микробиоценоза» (МУ 2.10.263-10, утверждены 24.05.2010).

Определенную проблему при проведении работ по биотестированию представляет дефицит методической информации, инструментальных методов, тест-культур, отсутствие подготовленных специалистов. Решению этих проблем в определенной мере способствуют образовательные программы и стажировки в МГУ. На базе лаборатории экотоксикологического анализа почв (ЛЭТАП, <http://www.letap.ru>) факультета почвоведения МГУ, аккредитованной в системе аккредитации аналитических лабораторий (СААЛ), разработаны оригинальные программы дополнительного образования и стажировок, предназначенные для обучения и повышения квалификации экологов – специалистов экологических инспекций и преподавателей экологических дисциплин. В ла-

боратории в настоящее время используется более 10 методик биотестирования, которые основаны на реакции стандартизованных тест-культур в ответ на воздействие.

Программа дополнительного образования наряду с получением теоретических знаний в области экотоксикологии предусматривает практическое освоение методов биотестирования объектов. Современная привлекательная форма обучения - очно-заочная с использованием дистанционных образовательных ресурсов, доступна для специалистов практически во всех регионах России и стран СНГ. Именно она оказалась наиболее востребованной слушателями.

Очный цикл образовательной программы реализуется в форме практических занятий и мастер-классов непосредственно в лабораториях МГУ. Большое внимание в программе уделено знакомству со стандартными методами биотестирования, легитимными для принятия решений контролирующими органами. Перечень наиболее широко распространенных в России биотестов, применяемых в природоохранных целях, включает методы с использованием ряда эвритопных видов: зеленых водорослей — сценедесмус (*Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Breb.) и хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer.), ракообразных — дафний (*Daphnia magna* Straus.) и цериодафний (*Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg), солоноватоводных рачков (*Artemia salina* L.), простейших - инфузорий (*Paramecium caudatum* Egenberg.). Наряду с традиционными биотест-системами, программа знакомит также с методами биотестирования, востребованными в других аналитических сферах. Так, ряд методов, в частности, биотесты, основанные на изменении интенсивности свечения люминесцентных бактерий, подвижности половых клеток млекопитающих *in vitro*, реакции проростков высших растений, используются и системе Роспотребнадзора, развитии корневой системы высших растений с целью санитарно-гигиенического контроля объектов окружающей среды и охраны здоровья человека. Инновационный подход основывается на использовании дистанционных образовательных ресурсов (<http://de.msu.ru/>; <http://www.msu.ru/study/>), модули которой содержат информацию о фундаментальных основах токсикологии, условиях поддержания тест-культур, схемы и протоколы проведения испытаний.

Наиболее востребованной оказалась программа, включающая очный практикум и мастер-классы, которые проводят профессора, ведущие преподаватели ф-та почвоведения и биологического ф-та МГУ, авторы методик биотестирования, опытные специалисты — экотоксикологи. Слушатели, заинтересованные в практическом освоении методов биотестирования, первоначально ознакомившись с дистанционными ресурсами (заочно по индивидуальному графику в период с 1 октября по 31 мая), формируются в группу для очного

краткосрочного (7-10 дней) обучения. Это оказалось удобно как для преподавателей – экологов, не имеющих возможность на длительное время оставить основное место работы, так и для производственных экологов.

За четыре года реализации данной программы в 5 выпускных группах прошли обучение и получили свидетельства МГУ о повышения квалификации более 50 человек из разных регионов России и стран ближнего зарубежья. Состав слушателей включает сотрудников университетов и других образовательных учреждений, научно-исследовательских институтов, аналитических центров, а также представителей различных коммерческих природоохранных организаций. География выпускников охватывает центральную часть России (Тверь, Н.Новгород, Астрахань, Муром, Тула, Киров, Москва), Урал (Екатеринбург), Сибирь (Тюмень, Сургут, Ханты-Мансийск, Томск, Барнаул), Дальний Восток (Камчатка, Хабаровск).

Как свидетельствуют наши наблюдения и постоянные контакты с выпускниками программы, полученные знания и практические навыки используются ими как в решении оперативных практических задач, так и в выполнении фундаментальных научных и проектов и подготовке специалистов на местах.

Таким образом, в целях усиления интеграции современной экологической науки и производства представляется весьма актуальным продолжение реализации подобных образовательных проектов.

Литература:

1. Heinlaan M., Ivask A., Blinov I., Dubourguier H.-Ch., Kahru A. Toxicity of nanosized and bulk ZnO, CuO and TiO<sub>2</sub> to bacteria *Vibrio fischeri* and crustaceans *Daphnia magna* and *Thamnocephalus platyurus* // *Chemosphere* 2008. Vol. 71. Iss. 7, PP. 1308-1316.
2. Lewinski N., Colvin V., Dreze R. Cytotoxicity of Nanoparticles // *Small-journal* 2008, 4, No. 1, PP. 26-49.
3. Lin D. Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth // *Environmental Pollutants* 2007. Vol. 150, Iss. 2, PP. 243-250.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ  
РОССИЙСКИХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ  
АГРОПОЧВ

(НА ПРИМЕРЕ АГРОКАТЕНЫ, МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*Русаков А.В., Селеменова М.В.*

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,  
Россия, spp-06@mail.ru

Существующие в настоящее время в РФ подходы к оценке стоимости пахотных почв и земель сельскохозяйственного назначения ориентируются в основном на экономическую целесообразность использования земельных ресурсов, что не позволяет в полной мере учитывать показатели состояния почв при проведении земельно-оценочных работ.

Экономический подход явно преобладает в государственной кадастровой оценке сельскохозяйственных угодий РФ (2000). В то же время, почвенно-экологическая оценка почв сельскохозяйственных угодий на основе использования почвенно-экологических индексов (ПЭи), отражающая и оценивающая «национальное богатство» почв, не учитывает такие важные экономические показатели, как, например, урожайность и др. Новая версия государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий (Оценка качества..., 2007; Сапожников и др., 2007), охватывающая экономические и почвенно-агрохимические показатели, основывается на учете потенциального, а не фактического плодородия. Таким образом, в настоящее время в РФ существуют различные методы определения ценности почв и земель, однако нет общепризнанных методов расчета.

Объектами исследования послужили антропогенно-преобразованные почвы опорных разрезов пяти ярусов рельефа агрокатены макросклона северной экспозиции Клинско-Дмитровской гряды – территории древнего пашенного земледелия: агроземы, агростратоземы, агроабраземы и агродерново-подзолистые почвы, сформированные на бескарбонатных лессовидных суглинках и различных вариантах двучленных наносов.

Результаты оценки изученных агропочв на *единицу ПЭи* показали, что среди почвенной компоненты определяющую роль в заметной вариабельности величин ПЭи сыграл показатель механического состава, среди агрохимической составляющей – содержание подвижных форм калия, фосфора, а также величины рН.

Несмотря на то, что ПЭи в целом объективно отражают состояние почвенного плодородия, результаты проведенных нами исследований позволили выявить некоторые недостатки: 1) отсутствие эко-

номических показателей параметров оценки почв, что делает ее ограниченной в применении для практических целей в сельском хозяйстве; 2) недостаточная проработанность тарифной категории для расчета цен на почвы (руб/га) стоимости почвы, соответствующей реальной экономической ситуации; 3) недоучет характера двучленности почвенного профиля (по нашим данным, ее следовало бы учитывать до глубины 1,0 м); 4) неоднозначность и неопределенность некоторых параметров учета дополнительных свойств (в частности, эродированность); 5) необходимость учета запасов гумуса по суммарной мощности пахотных горизонтов вместо его процентного содержания.

При *государственной кадастровой оценке сельскохозяйственных угодий РФ* (2000 г.) показатели состояния/качества собственно почв практически не используются для экономической оценки земельных участков – расчет баллов бонитета осуществляется по баллам отдельных свойств: мощности органогенного горизонта, содержанию гумуса, физической глины, влияние кислотности (щелочности) на плодородие почв в показателях pH. Рассчитываются поправочные коэффициенты к совокупному баллу бонитета по трем бонитировочным признакам. Однако вышеперечисленные параметры рассматриваются лишь в качестве влияющих на энергоемкость или гумусированность, мощность гумусового горизонта (степень эрозии), а не на плодородие почв в целом.

Непосредственно рассчитать стоимость изученных почв по государственной кадастровой методике не представляется возможным, т.к. для этого необходима информация о показателях эквивалентного расстояния внутрихозяйственных грузоперевозок и т.д.

По величинам баллов бонитета почв опорных разрезов можно сказать, что мощность гумусового горизонта стала определяющим параметром в распределении баллов бонитета. На основании проведенных нами исследований выявлено, что распределение баллов почв обследованной агрокатены Московской области лишь в некоторой степени коррелируют с балльной оценкой по методике с использованием ПЭи. Недостатки методических подходов, применяемых к оценке почв в методике государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий (2000), сводятся к следующему: 1) не учтен климатический фактор, ассортимент возделываемых культур, пригодность земель под различные культуры; 2) не учитывается содержание подвижных форм элементов питания растений (фосфор, калий), плотность сложения почвы (полезный объем почвы), а также строение почвенного профиля. В данной методике было бы целесообразно использовать такой почвенный параметр, как запасы гумуса в пределах суммарной мощности пахотного горизонта; 3) факторы, лимитирующие почвенное пло-

дородие почвы (гидроморфизм, засоление и др.), учитываются лишь в качестве факторов, негативно влияющих на показатель энергоемкости – одного из показателей физических свойств почвы, значение которого входит в расчет интегрального показателя технологических свойств почв, а не показателя почвенного плодородия; 4) государственная кадастровая оценка почв осуществлялась в РФ при выполнении четырех туров бонитировки почв и экономической оценке сельскохозяйственных угодий в течение 1971–1989 гг. (Государственная кадастровая оценка..., 2000). Однако исследования, проведенные на территории Смоленско-Московского и Московско-Окского почвенных округов (Московская область), выявили устойчивую положительную динамику повышения уровня плодородия для большинства почв сельскохозяйственных угодий, баллы бонитета которых увеличились (Востокова, Орешникова, 2008). Следовательно, данная методика не всегда адекватно отражает реальную оценку почвенного плодородия, по крайней мере, для почв Московской области.

*Новая версия государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения (оценка качества и классификация земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве) 2008 г.* основана на оценке эталонной почвы по единому для России нормативу экономических условий сельскохозяйственного производства. Почвенными показателями, сыгравшими главную роль в распределении значений удельных показателей кадастровой стоимости земель (УПКСЗ) агрокатены, оказались содержание гумуса, мощность гумусового горизонта и содержание физической глины.

Классификация земель в данной методике является агропроизводственной группировкой их по пригодности для использования в сельском хозяйстве, уровню потенциального плодородия и лимитирующим его негативным факторам. По пригодности исследованные почвы относятся к первой категории земель – пригодные для использования под любые сельскохозяйственные угодья.

По нашему мнению, к недостаткам данной методики следует отнести следующее: 1) отсутствие учетов запаса гумуса; 2) необходимость четкого разделения оценки потенциального плодородия (рассматриваемое в данной методике) от эффективного (зависящего от интенсивности ведения сельского хозяйства, и потому не учитываемого здесь в силу заложенного принципа), что представляется достаточно проблематичным и может повлиять на достоверность результатов.

Таким образом, анализ подходов к оценке почвенного плодородия пахотных почв на примере фактического материала, позволяет заключить, что почвенно-экологическая методика с использованием ПЭи является более объективной для оценки почвенного плодородия,

отражающей «национальное богатство» почв. С другой стороны, эколого-экономическая методика делает почвенную оценку применимой для ведения сельского хозяйства, расчетов и прогнозирования доходов. Государственная кадастровая методика (2000) уступает двум вышеописанным методикам в своей функциональности.

ТРИГГЕРНЫЕ МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ И БИОКОСНЫХ РЕСУРСОВ И ИХ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ЦЕЛЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
НОРМИРОВАНИЯ

*Смагин А.В.*

Институт Экологического почвоведения, факультет почвоведения МГУ  
имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия, smagin@list.ru

Живые организмы, популяции и биокосные системы, обладают сложной нелинейной реакцией на факторы внешней нагрузки и в частности – триггерным режимом функционирования или способностью к резким, скачкообразным переходам из одного характерного состояния в другое при плавном изменении параметров окружающей среды. Динамические модели подобных систем обычно содержат как минимум два инвариантных (стационарных) состояния с устойчивостью, зависящей от переменных факторов экологической среды или внешней нагрузки. Причем соотношение величин этих факторов и собственных функциональных характеристик системы (темпов роста и развития организмов, обмена с окружающей средой, биогенной аккумуляции веществ и энергии) позволяет выявить критические значения параметров нагрузки, при которых система теряет устойчивость и устремляется к единственному возможному состоянию, адекватному ее гибели. С математической точки зрения это означает, что характерное состояние с положительной величиной запасов биомассы или численности организмов перестает быть устойчивым при данном уровне нагрузки, а устойчивость приобретает тривиальное стационарное состояние с нулевыми значениями плотности популяции или отдельных экземпляров биоты. Несмотря на очевидность подобного триггерного поведения живых и биокосных объектов, оказывается в экологии и почвоведении крайне редко модели, способные его описывать и давать адекватный прогноз, и что самое главное – ни одна из подобных моделей не принята в качестве стандартной для целей экологического нормирования. Напротив, широкое распространение получили линейные или линеаризованные модели с гладкими, плавно изменяющимися вслед за параметрами внешней сре-

ды трендами биомассы и численности организмов. Усиление нагрузки (загрязнение, отчуждение биомассы, ухудшение гидротермических параметров внешней среды) приводит к падению биомассы (численности) и так до бесконечно малых величин. На самом деле любой организм, вид, биоценоз имеет предел подобной нагрузки, границы, переход за которые означает гибель.

Для иллюстрации воспользуемся безразмерной нелинейной логит-моделью динамики биоресурса, в которой наряду с функцией роста заложен его антропогенный отлов (отбор), пропорционально запасу ( $-kB$ ) и возможность конкурентного потребления естественным консументом (хищником) с трофической функцией Вольтерра ( $-nBX$ ):

$$dB/dt = rB(1-B) - kB - nBX; \quad dX/dt = nBX - mX, \quad (1)$$

где  $t$  – время,  $B$ ,  $X$  – безразмерные (относительно емкости среды) показатели биомассы ресурса и консумента,  $r$  – мальтузианский параметр роста биоресурса,  $n$ ,  $m$  – параметры эффективности потребления ресурса и естественной смертности консумента. Размерность  $r$ ,  $n$ ,  $m$  –  $[1/t]$ , например,  $\text{год}^{-1}$ . Модель обладает двумя основными стационарными состояниями – с нулевой биомассой ( $B, X=0$ ) и с положительной:  $B=m/n$ ,  $X=(r/n)(1-m/n) - k/n$ . Анализ устойчивости системы по Ляпунову показывает, что состояния с нулевой биомассой будут устойчивыми, то есть уничтожение биоресурса и его консумента произойдет при  $k > r$ . Отсюда, чтобы сохранить биоресурс и биоразнообразие системы (ресурс и естественного консумента), человек должен потреблять ресурс с квотой  $k$ , численно не выше мальтузианского параметра роста популяции биоресурса. Это четкий критерий экологического нормирования в данной ситуации. Возможен еще один вариант – воздействие человека снижает биоресурс до критического запаса, что сопровождается гибелью естественного консумента (хищника) ( $X=0$  становится устойчивым). Ресурс же остается с новым устойчивым положительным стационарным состоянием  $B=1-k/r$ . Условие устойчивости выглядит как  $n(1-k/r) < m$ . Например, при удельной скорости роста биомассы ресурса  $r=1 \text{ год}^{-1}$ , параметрах трофической эффективности консумента  $n=1 \text{ год}^{-1}$  и его смертности  $m=0,5 \text{ год}^{-1}$  отлов с квотой  $k=0,6 \text{ год}^{-1}$  (отлов 60%) неминуемо приведет к гибели консумента (уменьшению биоразнообразия). Полное вырождение (гибель консумента и самого ресурса) наступит лишь при  $k=1 \text{ год}^{-1}$ . Сосуществование всех популяций и биоресурса и его естественного потребителя (эконорма) возможна лишь при антропогенном отлове не более 40% биоресурса в год ( $k < 0,4 \text{ год}^{-1}$ ). Нелинейные и вместе с тем очень простые модели типа (1), основанные на реальных трофических взаимоотношениях в биологических и биокосных системах и способные адекватно описывать динамику этих объектов, включая сценарий их гибели, должны на наш взгляд активно внедряться в

практику экологического нормирования антропогенных и техногенных воздействий на окружающую среду.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ НЕФТЬЮ, ДИЗЕЛЬНЫМ  
ТОПЛИВОМ, МАШИНЫМ МАСЛОМ НА ДОЖДЕВЫХ  
НАВОЗНЫХ ЧЕРВЕЙ, ИХ РЕПРОДУКТИВНУЮ СПОСОБНОСТЬ

Тарасевич А.Ю.

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», Минск,  
Республика Беларусь, arlif@mail.ru

В настоящее время в Республике Беларусь внимание экологов привлекает загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами, связанное с интенсивным использованием авто и ж/д транспорта, периодическими авариями на нефте- и нефтепродуктопроводах. Для внедрения в РБ практики зарубежных стран по ремедиации нефтезагрязнённой почвы с использованием культивируемых популяций навозных червей (*Eisenia foetida*, *Savigny*), необходимо предварительно оценить возможность их применения в местных условиях.

Целью данной работы было исследовать влияние нефти, дизельного топлива и машинного масла на смертность навозных червей и их коконов. Для этого моделировали загрязнение почвы этими веществами. Было проведено 2 опыта:

1. Тест на острую летальность (14 дней) проводили согласно Biological Test Method (Report EPS 1/RM/43) 2007 (BTM) с использованием естественной (условно чистой) почвы, которую искусственно загрязняли нефтью и нефтепродуктами. Процент смертности червей рассчитывали в середине и в конце опыта (на 7 и 14 дни).

2. Репродуктивную способность червей в загрязнённой почве определяли согласно ISO 11268-2 (1998) с оригинальной модификацией.

Дерново-подзолистая почва для модельных исследований была отобрана с территории Центрального ботанического сада НАН Беларуси (верхний 10 см слой), затем просушена и просеяна через сито с ячейкой 3 мм. Влажность доводили дистиллятом до 70%. К почве (рН=6,85) для питания червей добавляли ферментированный навоз КРС из расчета 20% от общей массы (рН=8,3). Полученный субстрат перемешивали, в смесь вносили сырую нефть, дизельное топливо или машинное масло в различных концентрациях, выбор которых основывался на пилотных опытах. Загрязнённую смесь распределяли по контейнерам ( $V=3,3 \text{ дм}^3$ ) навесками по 0,5 кг. Каждую концентрацию загрязнителя брали в трёх-

кратной повторности. Было использовано 63 контейнера в первом опыте и 21 - во втором.

В экспериментах использовались половозрелые особи навозного червя *E. foetida* из маточной популяции сектора вермитехнологий ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». В первом опыте червей вносили через сутки после подготовки субстрата по 5 особей в контейнер, содержали 14 дней при  $T_{\text{воздуха}}=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Во втором – по 5 особей на контейнер, содержали 28 дней при  $T_{\text{воздуха}}=20\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

В качестве контроля использовали почву с навозом, но без загрязнителей. Была зафиксирована 93% выживаемость червей в течение 28 дней. Таким образом, исходный субстрат соответствовал требованиям ВТМ и был пригоден для использования в экспериментах.

В таблицах 1-3 представлены результаты теста на острую летальность.

Таблица 1. Смертность навозных червей при загрязнении почвы нефтью

| Показатель              | Концентрация нефти, мг/кг |      |      |      |       |       |
|-------------------------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|
|                         | 1000                      | 2500 | 5000 | 7500 | 10000 | 25000 |
| Смертность, % (7 день)  | 33,4                      | 33,4 | 80,0 | 40,0 | 73,4  | 100   |
| Смертность, % (14 день) | 46,6                      | 60,0 | 93,4 | 100  | 100   | 100   |

Таблица 2. Смертность навозных червей при загрязнении почвы дизельным топливом

| Показатель              | Концентрация дизельного топлива, мг/кг |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                         | 500                                    | 1000 | 2000 | 3000 | 4000 | 5000 | 7000 |
| Смертность, % (7 день)  | 13,4                                   | 6,6  | 13,4 | 40,0 | 66,6 | 66,6 | 66,6 |
| Смертность, % (14 день) | 13,4                                   | 20,0 | 26,6 | 53,4 | 80,0 | 93,4 | 100  |

Таблица 3. Смертность навозных червей при загрязнении почвы машинным маслом

| Показатель              | Концентрация машинного масла, мг/кг |      |      |      |      |       |       |
|-------------------------|-------------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|
|                         | 1000                                | 2000 | 4000 | 6000 | 8000 | 10000 | 12000 |
| Смертность, % (7 день)  | 0                                   | 0    | 26,6 | 13,4 | 0    | 6,6   | 40,0  |
| Смертность, % (14 день) | 0                                   | 33,4 | 33,4 | 33,4 | 26,6 | 40,0  | 53,4  |

Для теста на репродуктивную способность, навозных червей помещали в контейнеры с загрязнённым субстратом на 4 недели. Еже-

недельно подсчитывался процент выживших особей, коконы изымались, помещались для инкубации в чашки Петри с аналогичным субстратом (навески по 10 грамм на чашку) на 21 день при  $T_{\text{воздуха}} = 23 \pm 2^\circ\text{C}$ , влажности 80%. Через 3 недели содержимое чашек проверяли, ювенильных особей дождевых червей отсаживали, их количество регистрировали. Целые коконы оставляли в чашках ещё на 7 дней, после чего процедуру повторяли. В таблице 4 представлены результаты восьминедельных исследований репродуктивной способности червей в загрязнённом субстрате, а также результаты изучения токсического действия загрязнённого субстрата на коконы.

Таблица 4. Влияние загрязнённого субстрата на репродуктивные показатели навозных червей

| Вид и концентрация загрязнителя в субстрате | Общее число коконов | Количество коконов, отложенных 1 червем за неделю | Количество ювенильных особей в коконе | % живых коконов от общего числа коконов |
|---------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|
| Чистый субстрат                             | 200                 | 0,81                                              | 2,04                                  | 59,5                                    |
| Нефть, 1,5 г/кг                             | 65                  | 1,10                                              | 1,87                                  | 66,2                                    |
| Нефть, 4 г/кг                               | 59                  | 1,63                                              | 2,35                                  | 62,7                                    |
| Дизель, 1,5 г/кг                            | 52                  | 0,83                                              | 2,01                                  | 38,5                                    |
| Дизель, 2 г/кг                              | 50                  | 0,98                                              | 1,44                                  | 60,0                                    |
| Дизель, 2,5 г/кг                            | 56                  | 0,90                                              | 1,55                                  | 60,4                                    |
| Дизель, 5* г/кг                             | 53                  | 0,31                                              | 1,33                                  | 28,3                                    |

*\* При данных концентрациях загрязнителя черви переставали откладывать коконы. В загрязнённый субстрат вносили коконы червей маточной популяции.*

В результате теста на летальность было установлено, что в заданных условиях ЛД<sub>50</sub> нефти в почве для популяции навозных червей – 1500 мг/кг, дизельного топлива – 2500 мг/кг, машинного масла – 11500 мг/кг.

Тест на репродуктивную способность показал, что дизельное топливо в почве в концентрациях 1,5 г/кг и 5 г/кг снижает процент живых коконов на 35,3% и 52,5% соответственно. Нефть в концентрации 1,5 г/кг повышает процент живых коконов на 11%, количество коконов, отложенных одним червем за неделю, на 35,8%. Нефть в концентрации 4 г/кг увеличивает количество коконов в 2 раза, количество ювенильных особей на кокон – на 15,2%.

При всех указанных в таблице 4 концентрациях загрязнителей наблюдается появление молоди червей из коконов, хотя процент оплодотворённых коконов снижается с повышением концентрации токсиканта в почве.

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что при загрязнении почвы нефтью (до 4 г/кг включительно) и дизельным топливом (до 5 г/кг) коконы навозных червей можно использовать для заселения загрязнённых территорий.

#### ЦИАНОБАКТЕРИИ: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ДЛЯ БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Темралеева А.Д., Пинский Д.Л.*

УРАН Институт физико-химических и биологических проблем  
почвоведения РАН, Пушкино, temraleeva\_anna@mail.ru

В настоящее время все более широкое распространение в токсикологических и санитарно-гигиенических исследованиях получают биологические методы изучения токсичности сред с использованием микроорганизмов различных видов. Цианобактерии (цианопрокариоты) являются неотъемлемым компонентом почвенной микрофлоры, хорошо изучены в отношении потребностей к питательным веществам (витамины, N, P) и обладают быстрым ростом. Кроме того, многие виды цианобактерий характеризуются высокой чувствительностью к загрязнению тяжелыми металлами, что обуславливает их использование в качестве объектов для биотестирования почв. Несомненным преимуществом цианобактерий как биотестов является их устойчивость к контаминации другими микроорганизмами. Зарубежные исследователи уже доказали научную обоснованность применения некоторых видов цианобактерий в биотестировании. Так, распространенными биотестами являются колониальная одноклеточная цианобактерия *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing и нитчатые цианобактерии *Anabaena flos-aquae* Brébisson ex Bornet & Flauhault (Janssen and Heijerick, 2003; Peterson et al, 2005; Staveley and Smrcek, 2005) и *Anabaena cylindrica* Lemmermann (Blaise and Vasseur, 2005).

В нашей стране имеются лишь единичные работы в этой области. Так, в работе Шилова и Богачевой (2008) описаны 2 штамма одноклеточной цианобактерии *Synechocystis*, чувствительные к меди, кадмию, ртути и серебру при довольно низких концентрациях (1,5-1700 мкг/л), которых авторы рекомендовали для использования в качестве

биотестов при индикации химического загрязнения. Ранее, Кабиров с соавт. (1997) также предложили *Synechocystis aquatilis* Sauvageau в качестве тест-объекта для оценки степени загрязнения почв. В собственных экспериментах мы выделили следующие виды почвенных микроорганизмов, чувствительные к действию свинца: колониальная одноклеточная цианобактерия *Chroococcus minutus* (Kützinger) Nägeli и нитчатая цианобактерия *Nostoc punctiforme* (Kützinger) Hariot. Виды нитчатых цианобактерий *Anabaena cylindrica* Lemmermann и *Plectonema gracillimum* Zopf ex Hansgirg не обнаружили четкой реакции на загрязнение и требуют дополнительных исследований.

В целом, выбор вида цианобактерий для биотестирования загрязненных почв диктуется выбором тест-параметров и задачами исследователей. Так, при биотестировании на организменном уровне предпочтительнее использовать одноклеточные формы цианобактерий, так как удобнее вести учет числа клеток, и они равномерно распределяются в объеме среды при спектрофотометрическом измерении оптической плотности суспензии. Однако, проведение биотестирования на физиологическом уровне с использованием таких тест-параметров, как флуоресценция и концентрация хлорофилла, активность ферментов и др. позволяет использовать нитчатые цианобактерии. Применение одноклеточных и нитчатых цианобактерий в качестве тест-организмов для оценки загрязнения почв тяжелыми металлами является перспективным направлением в экотоксикологических исследованиях, но требует глубокого и детального изучения влияния тяжелых металлов на почвенные цианобактерии, подбора сред и условий культивирования и выбора тест-параметра токсичности.

Авторы выражают признательность к.б.н. Патовой Е.Н. за помощь в определении видов цианобактерий.

Работа поддержана проектом Министерства образования и науки Российской Федерации № 2.1.1/3819 и грантом РФФИ №09-04-00652.

#### Список литературы

Кабиров Р.Р., Сагитова А.Р., Суханова Н.В. Разработка и использование многокомпонентной тест-системы для оценки токсичности почвенного покрова городской территории // Экология. 1997. №6. С. 408-411.

Шилов В.В., Богачева А.С. Исследование чувствительности цианобактерий к токсическому действию солей тяжелых металлов // Экология человека. 2008. № 10. С. 50-52.

Blaise C., Vasseur P. Algal microplate toxicity test. 2005. Small-scale freshwater toxicity investigations. V. 1. P. 137-179.

Janssen C.R., Heijerick D.G. Algal toxicity tests for environmental risk assessments of metals. 2003. Rev. Environ. Contam. Toxicol. V. 178. P. 23-52.

Peterson H.G., Nyholm N., Ruecker N. Algal microplate toxicity test suitable for heavy metals. 2005. Small-scale freshwater toxicity investigations. V. 1. P. 243-270.

Staveley J.P., Smrcek J.C. Algal toxicity test. 2005. Small-scale freshwater toxicity investigations. V. 1. P. 181-202.

#### ОБЗОР О «ВЕСОМОСТИ» БИОТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА И НОРМИРОВАНИИ («WEIGHT-OF- EVIDENCE» APPROACH)

*Терехова В.А.*

Институт проблем экологии и эволюции РАН, Факультет почвоведения  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
vterekhova@gmail.com, terekhova@mail.bio.msu.ru

Дискуссии о большей или меньшей значимости биологических параметров в сравнении, в частности, с химическими, а также о предпочтительности в экспертной оценке данных биоиндикации на уровне сообществ, экспресс-откликов отдельных организмов или молекулярно-генетических биосенсоров, в отечественной и мировой литературе ведутся давно. К настоящему времени родилось и воспринято многими исследователями интегрирующее предложение - так называемый «WEIGHT-OF-EVIDENCE» APPROACH (Chapman 1990). Этот по сути своей комплексный подход на новой формализованной основе позволяет оценить различия в значимости («весомости») данных разных дисциплин («Триады дисциплин» - химии, токсикологии и биологии), которые должны учитываться в оценке экологического риска и биологической уязвимости. Есть основания полагать, что этот подход будет полезен в оценке информативности и разных биотических индексов.

Основной задачей экологического контроля, как известно, является поиск и нормирование факторов окружающей среды, способных приводить к ухудшению состояния экосистемы за счет снижения качества условий существования населяющих ее организмов. Разные уровни экологического неблагополучия почв и других природных объектов характеризуются большими или меньшими отклонениями от нормального функционирования биоты. Для выявления степени этого отклонения, естественно, требуется индикация экологического состояния объекта по биотическим показателям. Выбор биотического индикатора, наиболее адекватно описывающего «здоровье» экосистемы, - один из важнейших этапов всей системы экологического контроля и нормирования воздействий. Он тоже является предметом научных дискуссий на протяжении уже нескольких десятилетий как в нашей стране, так и на

международном уровне (в частности, в рамках международного проекта «Global Indicator Networks»). От него зависит эффективность дальнейших шагов по установлению нормативов допустимого воздействия факторов среды, а в итоге и эффективность конкретных природоохранных мероприятий.

На всех этапах совершенствования системы экологического нормирования одновременно с решением концептуальных вопросов активно разрабатываются методические аспекты. Факторы экологического риска тесно ассоциируются с токсичностью среды для живых объектов. В нашей стране первые практические предложения об использовании отдельных методик биотестирования для оценки качества воды обсуждались уже в 1971 году на Симпозиуме по водной токсикологии (Критерий токсичности..., 1971). Тогда в СССР были впервые введены в действие нормативные документы, регламентирующие применение отдельных видов гидробионтов (рыб, низших ракообразных, водорослей) в биотестах с целью выявления экологической токсичности производственных стоков и вод природных водоемов. За прошедший период наблюдается существенная эволюция взглядов на «критерий токсичности». К предложению видного российского эколога профессора МГУ Н.С.Строганова (1971) брать за критерий токсичности, нормы и патологии такие биологические показатели как «сохранность вида, размножение и плодовитость полезных человеку гидробионтов», добавлены признаки «качества потомства». Показана необходимость учета токсигенной стимуляции роста и плодовитости организмов невысокими дозами токсикантов (Филенко, 1990).

К настоящему времени многократно возросло число методик биотестирования и биотест-систем. Уже сотни тест-реакций апробированы при решении задач нормирования. При всем этом не существует «главной методики» биологического контроля. Дискутируя о «принципах построения главной методики водной токсикологии», Н.С.Строганов (1971) писал: «пока никто не знает такого организма, который был бы представительным для всех гидробионтов – бактерий, грибов, растений и животных, то нам необходимо подбирать представительных организмов из разных систематических групп, обеспечивающих все основные звенья круговорота веществ в водоеме». Предложенный принцип подбора тест-систем в известной мере реализуется сегодня на практике. Так, согласно «Критериям отнесения опасных отходов к определенному классу опасности» (2001), обязательной является экспериментальная проверка токсичности образцов на не менее чем двух тест-системах с участием организмов из разных биологических таксонов. Именно такой комплексный подход реализуется в протоколах испытаний нашей сертифицированной лаборатории ЛЭТАП

([www.letap.ru](http://www.letap.ru)) на факультете почвоведения МГУ. Помимо этого, известный прием использования «батарей биотестов» нашел свое применение и развитие в организации работ по разнообразным исследовательским и инновационным проектам. Возможность использования широкого набора тест-культур (бактерий, грибов, инфузорий, микроводорослей, высших растений и культуры клеток млекопитающих) позволила нам организовать их в логичную с экосистемных позиций схему экспресс-оценки с анализом степени уязвимости организмов на разных уровнях трофической цепи - продуцентов, консументов и редуцентов. На этом принципе важном для прогноза и обеспечения нормального функционирования экосистемных элементов основана разрабатываемая нами система биотестов в проекте «Биосканер» (BioScanner).

Одновременно с поиском принципов выбора наиболее информативных биотических параметров при оценке качества почв и прочих исследуемых объектов постоянно возникает проблема сопряженного анализа результатов биологических и химико-аналитических исследований. Необходимость решения подобных вопросов возникает и в наших работах по экологическому контролю водных и наземных экосистем, при анализе степени нарушенности ценозов почв, подверженных влиянию, в частности, полигонов отходов (Каниськин и др. 2009; Попутникова и др., 2010). Расчеты индексов трансформации биоты в условиях меняющегося химического воздействия служат одним из возможных подходов к оценке и прогнозированию экологической ситуации (Poputnikova, Terekhova, 2010). Весьма продуктивной в целях определения экологического риска и уязвимости биоты представляется методология «междисциплинарного» уровня, которая предполагает интеграцию «триады» экологических данных (Chemical Risk Index, Ecotoxicological Risk Index, Ecological Risk Index). Формализация данных биоиндикации, биотестирования и химического анализа в условных шкалах варьирования обобщенных дисциплинарных индексов от 0 до 1 позволяет наглядно представить сравнительную информативность отдельных компонентов Триады данных. «Триадный подход», сформулированный несколько лет назад для оценки экологического качества донных отложений (Long and Chapman, 1985; Chapman, 1990), привлекает в настоящее время все большее внимание и все чаще используется для оценки наземных ценозов. По мнению зарубежных специалистов, такой способ интегрирования «триады» данных служит совершенствованию системы экспертного заключения (Expert Decision Support System- EDSS) при оценке экологического риска и биологической уязвимости почвенных сообществ.

Литература

Строганов Н.С. Методика определения токсичности водной среды. В кн. Методики биологических исследований по водной токсикологии. М., Наука,

1971. С. 14-59. - Каниськин М.А., Семенова Т.А., Терехова В.А. Изменения микобиоты почв под влиянием фосфогипса. Микология и фитопатология, 2009 Т.43, вып. 4. С. 37-43. - Попутникова Т.О., Терехова В.А., Яковлев А.С. Оценка негативного воздействия полигона ТБО на почвы по биотическим показателям. Экология и промышленность России. 2010. № 3. С. 51-53 - Филенко О.Ф. Некоторые универсальные закономерности действия химических агентов на водные организмы: Автореф. дис....докт. биол. наук. М.: МГУ, 1990. 36 с. - Chapman P.M. The sediment quality Triad approach to determining pollution-induced edegradation Sci. Total Environment 1990 Vol.97-98, pp.815-825. - Long E.R. and Chapman P.M. A Sediment Quality Triad: Measures of sediment contamination, toxicity and in final composition in Puget Sound. Marine Pollution Bulletin, 1985.Vol.16, pp. 405-415. - Poputnikova T. O. and Terekhova V. A. Establishment of a Landfill Impact Zone on Soils Using Structuraland Functional Modifications of Microbial Communities Moscow University Soil Science Bulletin, 2010. Vol. 65, No. 2, pp. 94–97.

**ПРОБЛЕМЫ И ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ НОРМИРОВАНИЯ  
АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА МЕХАНИЧЕСКИ  
НАРУШЕННЫЕ ПОЧВЫ  
ПРИ ВОЗВРАЩЕНИИ ИХ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ОБОРОТ**

*Титова В.И., Ветчинников А.А.*

Нижегородская ГСХА, Нижний Новгород, Россия, titovavi@yandex.ru

Одной из наиболее распространенных причин деградации почв является их нарушение в результате осуществления производственно-хозяйственной деятельности предприятиями и организациями, профиль работ которых связан с прокладкой различного рода наземных и подземных линейных сооружений – трубопроводов, линий связи и передачи электроэнергии и т.п. Особенно большой урон в результате этого причиняется почвам и территориям сельскохозяйственного назначения.

Нарушенные таким образом почвы нуждаются в восстановлении плодородия верхнего обрабатываемого слоя, а зачастую и всего почвенного профиля, для чего необходимо проведение специальных рекультивационных мероприятий. Важной задачей при этом является разработка такой системы рекультивации, которая обеспечит наиболее эффективное восстановление почвенных характеристик в максимально короткие сроки. Ее решение возможно только при наличии информационной базы, включающей в себя сведения об агрономических свойствах нарушенных почв и их динамике, а также о влиянии на процессы восстановления традиционных земледельческих приемов (внесение органических и минеральных удобрений, известкование, залужение, система обработки почв).

Однако имеющаяся в настоящее время информация в основном касается проблем восстановления и рационального использования нефтесеконгрязненных земель, а публикаций по материалам исследования механически нарушенных земель сельскохозяйственного назначения практически нет. В связи с этим большую значимость приобретают данные мониторинговых исследований в техногенно нарушенных агроландшафтах, а также результаты экспериментов, позволяющих установить оптимальные дозы и виды удобрений, состав фитоценоза, технологию возделывания культур, используемых в рекультивационных целях и т.д.

В течение 2007-2010 гг. нами проведена оценка агроэкологического состояния почв, подвергшихся различного рода техногенному воздействию: при проведении ремонтно-строительных работ на магистральном нефтепроводе (СПК «Нижегородец» Дальнеконстантиновского района, почвы светло-серые лесные легкого гранулометрического состава); демонтаже водовода регионального значения (СПК «Искра» Богородского района, легкосуглинистые дерново-подзолистые почвы); аварии на магистральном газопроводе (СПК «Заря» Пильненского района, почвы черноземного ряда); строительстве автомобильной дороги федерального значения (КФК «Коженков М.К.» Большемурашкинского района, суглинистые темно-серые лесные почвы) и др. Установлено, что механически нарушенные почвы часто имеют техногенный рельеф с присутствием депрессий и отвалов грунта, характеризуются нарушением естественного сложения почв, резким ухудшением физических свойств, снижением содержания органического вещества и основных элементов питания при тенденции ухудшения санитарно-гигиенического состояния, что резко снижает их агрономическую ценность и экологическое значение для окружающего ландшафта.

В модельных экспериментах на нарушенных почвах выявлено, что применение традиционных органических (навоз, компосты) удобрений и осадка сточных вод ЖКХ, удовлетворяющего требованиям ГОСТ Р17.4.3.07-2001, способствуют улучшению физико-химических свойств нарушенных почв, повышению обеспеченности их гумусом и подвижными соединениями основных элементов питания. По комплексу показателей наиболее целесообразным является использование торфонавозного компоста в дозе 50-100 т/га, что обеспечивает прибавку урожая растительной массы (до 120 % к контролю) и способствует увеличению содержания гумуса в почве (0,11-0,22%). В базовую схему рекультивации можно включать пробный высеv двух однолетних культур (горчица и викоовсяная смесь, используемых и как сидераты) и посев бобово-злаковой травосмеси под покровную культуру.

НОРМИРОВАНИЕ ВАЛОВОГО СОДЕРЖАНИЯ  
МИКРОЭЛЕМЕНТОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ  
РОССИИ И ЕВРОПЕЙСКИХ СТРАН.

<sup>1</sup>Чернова О.В., <sup>2</sup>Бекецкая О.В.

<sup>1</sup>Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н.Северцова РАН,

<sup>2</sup>Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, ovcher@mail.ru

В нормировании содержания загрязняющих веществ в природных объектах обычно выделяют два основных направления: санитарно-гигиеническое и экологическое. Задачей гигиенического нормирования является защита человека от возможного неблагоприятного воздействия различных факторов, а под экологическим нормированием понимается деятельность, нацеленная на ограничение негативного воздействия на окружающую среду для поддержания устойчивого функционирования естественных экологических систем и сохранение биологического разнообразия. При оценке загрязнения почв большие методические трудности возникают при рассмотрении соединений, имеющих как естественное, так и техногенное происхождение, к которым относятся тяжелые металлы и многие микроэлементы.

В России содержание элементов-загрязнителей (в частности микроэлементов) в почвах, оценивают в сравнении с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) и ориентировочно допустимыми количествами (ОДК). При установлении ПДК загрязняющих веществ учитывается связь почвы с сопредельными средами (водными объектами и атмосферой), накопление токсических веществ в пищевых цепях и их миграция в ландшафте, поэтому по своей сути эти показатели являются экологическими, биогеоценотическими. Однако, поскольку они определяются на основе модельных экспериментов с легкими почвами (песчаные, супесчаные) с невысоким содержанием органического углерода (менее 2%), то нередко концентрации микроэлементов в естественных почвах превышают установленные ПДК. Именно этот факт определяет основные претензии, предъявляемые к существующим нормативам ПДК микроэлементов и тяжелых металлов в почвах. Показатели ОДК в большей степени отражают природный разброс содержаний микроэлементов и тяжелых металлов в различных по географическому положению, генезису и свойствам почвах, но недостаточно обоснованы экспериментально и теоретически.

Современная система платежей за загрязнение природной среды в России основана на расчетах с использованием показателей ПДК и ОДК, и только при их отсутствии для расчетов предложено использовать фоновые концентрации элементов-загрязнителей в почвах. В соот-

ветствии с действующей методикой расчета, штрафные платежи за загрязнение наступают с момента превышения уровней ПДК или ОДК. Однако, с одной стороны, фоновые концентрации микроэлементов в почвах (обычно тяжелых, высокогумусированных, с нейтральной реакцией среды) часто превышают установленные показатели ПДК, что делает невозможным их использование для таких расчетов; с другой стороны, фоновые концентрации тяжелых металлов нередко значительно ниже значений ОДК (например, согласно нашим расчетам, содержание цинка - на 10-15 мг/кг ниже в легких кислых и слабокислых почвах; на 30-50 мг/кг в суглинистых и глинистых кислых и слабокислых почвах; на 100-150 мг/кг - в близких к нейтральным и нейтральных суглинистых и глинистых почвах). Таким образом, возникает парадоксальная ситуация, при которой не наказывается загрязнение наиболее чистых почв, причем, в максимальной степени возможно загрязнение наиболее устойчивых объектов (нейтральных и близких к нейтральным суглинистых и глинистых почв). Как раз в эту группу попадают самые ценные с агрономической точки зрения объекты (например, черноземы) с самыми продуктивными и характеризующимися максимальным биологическим разнообразием экосистемами. По-видимому, в настоящее время, наиболее обоснованными являются методики расчета ущерба, относительно фоновых концентраций элементов-загрязнителей, установленных для нескольких групп почв соответствующего региона.

Для сравнения с российскими критериями содержания микроэлементов в почвах рассмотрены используемые в Европейских странах подходы к нормированию загрязнения почв. В большинстве стран Европы используются Soil Screening Value (SVs) - система показателей, устанавливающих пределы безопасного содержания загрязняющего вещества в почвах, предназначенных для определенного вида деятельности. На основе SVs выделяются три уровня риска - незначительный (предупредительный), средний (предостерегающий) и неприемлемый риск. Почвенные SVs широко применяются в различных странах и имеют свою специфику, как научную, так и методическую в каждой стране. Не везде определены и используются показатели для всех трех уровней риска, в некоторых странах применяют один или два из них. В большинстве стран наиболее активно используемым показателем SVs является нижняя граница предостерегающего уровня (Trigger Value), при превышении которого заключение по использованию почвы принимается после исследований природных условий и характера использования земли. Предостерегающие (Trigger) значения SVs, являются приблизительным аналогом используемых в России нормативов ПДК и ОДК, ниже этих показателей фоновые концентрации элементов могут

быть превышены, но опасности для экосистемы, грунтовых вод, растений и человека не возникает.

В большинстве Европейских стран система показателей степени загрязнения почв (SVs) создана без учета почвенных характеристик, но в некоторых странах при расчёте предельных концентраций микроэлементов свойства почв учитываются. Так, например, в Нидерландах и части Бельгии (Фландрия) граничные концентрации металлов и металлоидов в почве рассчитывают с учетом содержания в ней органического вещества и илистой фракции ( $<0,002\text{мм}$ ). Текущие стандарты концентраций многих стран (Словакии, Польше, Финляндии, Бельгии, Франции) являются адаптированными вариантами SVs, рассчитанных в соответствии с этой методикой, разработанной в Нидерландах.

Сравнение нормативов валовых концентраций микроэлементов в почвах, применяемых в России и в странах Европы, позволяет заключить, что эти показатели вполне сопоставимы. Представление о том, что Россия унаследовала от Советского Союза гораздо более жесткие нормы, ограничивающие загрязнение почв тяжелыми металлами, оказывается следствием терминологической путаницы и использования методики расчета уровней загрязнения с использованием ПДК (не ОДК). Единственный элемент, валовое содержание которого в России нормируется на несколько более низком уровне по сравнению с большинством стран Европы – это мышьяк.

Анализ показал, что как в России, так и в странах Европы нормирование содержания валовых форм микроэлементов в почвах ориентировано на сохранение здоровья человека или возможность проведения определенных видов хозяйственной деятельности. Используемые при установлении нормативов концентраций микроэлементов и тяжелых металлов подходы направлены на установление некоторой критической величины содержания загрязняющего вещества в почве, превышение которой свидетельствует о возможности негативных последствий. Процесс загрязнения до некой критической величины не фиксируется и не исследуется. По нашему мнению, ведение мониторинга и установление экологических нормативов должно быть ориентировано на изучение процессов загрязнения, при этом особенно важно зафиксировать существование негативных изменений, еще не достигших критического уровня. В экологическом нормировании более логичным было бы оценивать загрязнение почв тяжелыми металлами относительно фоновых концентраций их валового содержания, а санитарно-гигиенические нормативы должны служить граничными условиями для использования почв при различных видах хозяйственной деятельности. Наиболее прогрессивными, отражающими действительную устойчивость почв к действию поллютантов, представляются методики формирования норма-

тивных показателей, основанные на учете почвенных характеристик (содержание органического вещества, гранулометрический состав, реакция среды и др.).

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТИМУЛИРУЮЩИХ РОСТ РАСТЕНИЙ РИЗОСФЕРНЫХ БАКТЕРИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ СВИНЦОМ

Шабает В.П., Мальцева А.Н.

Учреждение Российской академии наук Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино, Россия,  
VPSH@rambler.ru

Внесение в ризосферу ростстимулирующих микроорганизмов улучшает минеральное питание и повышает урожай сельскохозяйственных культур (Шабает, 2004). Установлено, что микроорганизмы-стимуляторы роста растений оказывают влияние на устойчивость растений к тяжелым металлам (Назаров, Иларионов, 2005; Khan et al., 2009). В вегетационных опытах, проведенных на серой лесной почве юга Московской обл., изучено влияние инокуляции ячменя стимулирующими рост зерновых, бобовых и корнеплодов бактериями *Pseudomonas fluorescens* 20, *P. fluorescens* 21 и *P. putida* 23 (Шабает, 2004) на урожай и качество растений при искусственном загрязнении почвы Pb.

Инокуляция ячменя бактерией *P. fluorescens* 21 при загрязнении почвы Pb увеличила массу зерна в 1.5 раза, не оказывая влияния на содержание в нем белкового азота, и уменьшила содержание Pb в зерне в виде тенденции по сравнению с вариантом без инокуляции (табл. 1). Внесение бактерии не оказало существенного влияния на содержание макроэлементов в зерне (табл. 2). Однако под влиянием инокуляции происходило некоторое снижение в зерне концентраций микроэлементов, кроме Mn и Mo.

Таблица 1. Масса зерна, содержание белкового N и Pb в зерне ячменя

| Вариант                       | Масса зерна,<br>г/сосуд | N белковый,<br>% | Pb, мг/кг |
|-------------------------------|-------------------------|------------------|-----------|
| Pb без инокуляции             | 3.74                    | 2.45             | 1.4       |
| Pb + <i>P. fluorescens</i> 21 | 5.52                    | 2.41             | 1.0       |
| m <sub>p</sub>                | 0.80                    | 0.33             | 0.23      |

Растения выращивали в сосудах, содержащих 5 кг почвы, при внесении NPK-удобрений и 200 мг Pb/кг в виде Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

Таблица 2. Содержание и вынос макро- и микроэлементов зерном ячменя

| Вариант                       | N     |               | P     |               | K     |               |
|-------------------------------|-------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|
|                               | %     | мг/сосуд      | %     | мг/сосуд      | %     | мг/сосуд      |
| Pb без инокуляции             | 3.17  | 119           | 0.74  | 28            | 0.60  | 22            |
| Pb + <i>P. fluorescens</i> 21 | 3.10  | 171           | 0.71  | 39            | 0.64  | 36            |
| Pb без инокуляции             | Ca    |               | Mg    |               | Na    |               |
|                               | %     | мг/сосуд      | %     | мг/сосуд      | %     | мг/сосуд      |
|                               | 0.14  | 5             | 0.03  | 1.1           | 0.02  | 0.8           |
|                               | 0.13  | 7             | 0.03  | 1.6           | 0.02  | 1.3           |
| Pb без инокуляции             | Fe    |               | Mn    |               | Zn    |               |
|                               | мг/кг | мкг/сосу<br>д | мг/кг | мкг/сосу<br>д | мг/кг | мкг/сосу<br>д |
|                               | 85    | 318           | 20    | 76            | 59    | 220           |
|                               | 82    | 446           | 20    | 108           | 52    | 289           |
| Pb без инокуляции             | Cu    |               | Co    |               | Mo    |               |
|                               | мг/кг | мкг/сосу<br>д | мг/кг | мкг/сосу<br>д | мг/кг | мкг/сосу<br>д |
|                               | 11    | 40            | 0.07  | 0.26          | 0.32  | 1.1           |
|                               | 9     | 51            | 0.03  | 0.19          | 0.38  | 2.1           |

Вынос всех изученных питательных элементов зерном инокулированных растений (в мг или мкг/сосуд), несмотря на уменьшение концентраций некоторых элементов вследствие роста урожая, резко возрастал.

Внесение всех исследованных бактерий в другом опыте в наибольшей степени, до 2-6 раз, снижало содержание Pb в зеленой массе растений в начальные периоды их роста – в фазы кущения и колошения. Кроме того, в эти периоды в зеленой массе инокулированных растений в загрязненных условиях уменьшились концентрации Fe на 3-20%, Mn – на 16-33%, Zn – на 15-19%, Cu – на 40-57% и Co – на 60%, а для макроэлементов этот показатель не изменялся. Несмотря на снижение концентраций этих элементов в инокулированных растениях, в особенности

при внесении бактерии *P. fluorescens* 21, не установлено негативного влияния бактерий на рост растений. На наш взгляд, в повышении толерантности растений к токсическому действию Рb при инокуляции бактериями решающее значение имеет снижение поступления этого тяжелого металла в растения и увеличение выноса ими большинства питательных элементов. Уменьшение концентраций Рb в растениях при инокуляции, а также некоторых питательных элементов в зеленой массе в начальные периоды их роста, может быть связано с биологическим или ростовым разведением в результате увеличения урожая, а также усилением физиологических барьерных функций растений по отношению к этому тяжелому металлу на границе корень – надземная масса, а также почва – корневая система. Снижение содержания элементов в растениях происходило без существенных изменений реакции почвенной среды. Несмотря на резкое увеличение массы растений при инокуляции, не установлено снижения содержания в зерне белкового азота, как правило, имеющего место вследствие увеличения урожая при внесении азотных удобрений.

Ризосферные бактерии р. *Pseudomonas* продуцируют низкомолекулярные органические соединения, которые хелатируют Fe (III), и тем самым, влияют на его доступность, как микроорганизмам, так и растениям (Смирнов, Киприанова, 1990; Loper, Buyer, 1991). Вероятно, снижение концентраций перечисленных выше элементов в инокулированных растениях в начальные периоды их роста происходит в результате образования в почве стабильных комплексов элементов с сидерофорами, продуцируемыми бактериями. Содержание элементов в растениях, в том числе и в зерне, в момент уборки в вариантах с инокуляцией и без инокуляции бактериями было примерно одинаковым, что свидетельствует об усвоении в течение вегетационного периода инокулированными растениями элементов, связанных бактериальными сидерофорами.

Таким образом, внесение эффективных ростстимулирующих ризосферных бактерий р. *Pseudomonas* повышает устойчивость растений ячменя к Рb, увеличивает урожай и незначительно снижает накопление этого тяжелого металла в зерне, не влияя на содержание в нем основных макро- и микроэлементов и белкового азота. Бактерия *P. fluorescens* 21 может быть рекомендована, как наиболее эффективная для ремедиации загрязненных Рb почв и получения в этих условиях экологически чистой и качественной растительной продукции.

#### Литература

1. Назаров А.В., Иларионов С.А. Потенциал использования микробно-растительного взаимодействия для биоремедиации // Биотехнология. 2005. № 5. С. 54-62.

2. Смирнов В.В., Киприанова Е.А. Бактерии рода *Pseudomonas*. Киев: Наукова думка. 1990. 264 с.
3. Шаббаев В.П. Роль биологического азота в системе почва – растение при внесении ризосферных микроорганизмов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. М., 2004. 45 с.
4. Khan M.S. et al. Role of plant growth promoting rhizobacteria in the remediation of metal contaminated soils // Environmental Chemistry Letters. 2009. V. 7. № 1. P. 1-19.
5. Loper J.E., Buyer J.S. Siderophores in microbial interactions on plant surfaces // Molecular Plant – Microbe Interactions. 1991. V.4. № 1. P. 5-13.

#### ОБ ОЦЕНКЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПАХОТНЫХ УГОДИЙ И ПРОДУКЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Шабанова И.В., Гайдукова Н.Г., Кошеленко Н.А., Сидорова И.И.

Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия  
Shabanova\_I\_V@mail.ru

При оценке загрязнения земель сельскохозяйственного назначения тяжелыми металлами в последние годы все чаще используют коэффициенты концентрации химического вещества  $K_{Ci}$  и суммарный показатель загрязнения  $Z_C$  [1]. Для таких металлов, как кадмий, свинец, цинк, относящихся к 1-му классу опасности, значения ПДК в России ниже в 2-8 раз, чем в других Европейских странах. Однако проведенные исследования, показали, что даже в случае содержания свинца и кадмия в почве ниже ПДК, их накопление в зерне озимой пшеницы превышает санитарные нормативы [2].

В рамках проведения стационарного многофакторного длительного опыта на опытном поле Кубанского государственного аграрного университета изучали влияние удобрений на содержание тяжелых металлов (ТМ) в почве и выращиваемой продукции в период с 2006 по 2008 гг.

Под озимую пшеницу сорта «Нота» вносили минеральные удобрения  $N_{120}P_{60}K_{40}$ , под предшественник пшеницы – кукурузу на зерно – 400 т/га навоза. Навоз являлся наиболее ёмким источником поступления ТМ в почву. С удобрениями в почву поступило меди – 67,8 кг/га, цинка – 200 кг/га, свинца – 8,0 кг/га, кадмия – 0,2 кг/га. Предельно допустимые концентрации (ПДК) ТМ, мг/кг: в зерне Cu – 10; Zn – 50; Pb – 0,3; Cd – 0,1; кислоторастворимых форм (КФ) в почве Cu – 50; Zn – 50; Pb – 20; Cd – 2,0; подвижных форм (ПФ) в почве Cu – 5,0; Zn – 23; Pb – 6,0; Cd – 0,2. Фоновое содержание ТМ в почве, мг/кг: Cu – 20; Zn – 50; Pb – 10; Cd – 0,5. Анализ почвенных и растительных образцов на содержа-

ние ТМ проводился атомно-абсорбционным методом: содержание кислоторастворимых форм (КФ) ТМ в почве определяли по методике ЦИНАО в азотнокислой вытяжке (МУ МСХ РФ от 10.03.1992г.); подвижных форм (ПФ) ТМ в почве – в ацетатно-аммонийной вытяжке (РД 52.18.280-90); содержание ТМ в растительных вытяжках – по ГОСТу 30178-96. Результаты исследований на содержание цинка, меди, свинца и кадмия в пахотном слое почвы и зерне озимой пшеницы представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание тяжелых металлов в пахотном слое почвы и зерне озимой пшеницы

| год  | эле-<br>мент | содержание ТМ в образцах, мг/кг |              |             |              |          |       |
|------|--------------|---------------------------------|--------------|-------------|--------------|----------|-------|
|      |              | зерно                           |              | почва КФ    |              | почва ПФ |       |
|      |              | контроль                        | опыт         | контроль    | опыт         | контроль | опыт  |
| 2006 | Cu           | 4,87                            | 4,59         | 18,6        | 20,6         | 0,71     | 0,88  |
|      | Zn           | 27,7                            | 28,9         | <b>59,9</b> | <b>56,8</b>  | 1,06     | 1,12  |
|      | Pb           | <b>0,33</b>                     | 0,26         | 13,5        | 15,0         | 0,91     | 1,31  |
|      | Cd           | 0,096                           | <b>0,142</b> | 0,155       | 0,137        | 0,105    | 0,054 |
| 2007 | Cu           | 5,01                            | 4,12         | 22,0        | 20,4         | 0,49     | 0,52  |
|      | Zn           | 32,5                            | 24,1         | <b>64,6</b> | <b>62,9</b>  | 1,30     | 1,73  |
|      | Pb           | 0,22                            | 0,22         | 14,9        | 14,0         | 0,42     | 0,49  |
|      | Cd           | 0,065                           | 0,077        | 0,136       | 0,169        | 0,051    | 0,066 |
| 2008 | Cu           | 4,68                            | 3,95         | 19,2        | 18,3         | 0,15     | 0,16  |
|      | Zn           | 24,0                            | 19,6         | <b>71,0</b> | <b>103,8</b> | 0,91     | 2,95  |
|      | Pb           | 0,150                           | <b>0,315</b> | 13,5        | 13,2         | 0,40     | 0,37  |
|      | Cd           | 0,076                           | 0,074        | 0,184       | 0,188        | 0,044    | 0,029 |

Содержание кислоторастворимых и подвижных форм Cd, Pb и Cu в почве не превышает ПДК, однако в 2006 и 2008гг. в зерне озимой пшеницы содержание кадмия составляет в 1,4 ПДК, свинца – 1,1 ПДК. Содержание КФ цинка в почве превышает ПДК в 1,2-2,1 раза, однако в выращиваемой продукции его содержание не является опасным для человека и животных.

Для оценки уровня химического загрязнения почв были рассчитаны:

1) коэффициент концентрации химического вещества  $K_{Ci}$  :

$$K_{Ci} = \frac{C_i}{C_{фон}}$$

$C_i$  – содержание КФ определяемого вещества в почве, мг/кг

$C_{фон}$  – фоновое содержание вещества в почве, мг/кг

2) суммарный показатель загрязнения  $Z_C$  равный сумме коэффициентов концентрации химических элементов загрязнителей:

$$Z_C = \sum_i^c K_{Ci} - (n - 1)$$

где n- число определяемых элементов загрязнителей (табл. 2).

Таблица 2. Показатели загрязнения почвы тяжелыми металлами

| год  | вари-<br>ант | $K_{Ci}$ |      |      |      | $\Sigma K_{Ci}$ | $Z_C$ |
|------|--------------|----------|------|------|------|-----------------|-------|
|      |              | Cu       | Zn   | Pb   | Cd   |                 |       |
| 2006 | 0            | 0,93     | 1,20 | 1,40 | 0,31 | 3,84            | 0,84  |
|      | 1            | 1,03     | 1,10 | 1,50 | 0,27 | 3,90            | 0,90  |
| 2007 | 0            | 1,10     | 1,31 | 1,50 | 0,27 | 4,18            | 1,18  |
|      | 1            | 1,04     | 1,25 | 1,40 | 0,34 | 4,03            | 1,03  |
| 2008 | 0            | 0,96     | 1,42 | 1,40 | 0,37 | 4,15            | 1,15  |
|      | 1            | 0,92     | 2,10 | 1,30 | 0,37 | 4,70            | 1,70  |

Суммарный показатель загрязнений (табл. 2) меньше допустимого значения 16 во всех вариантах опыта. Однако, с 2006 по 2008 гг  $Z_C$  возросло в 2 раза, что свидетельствует об увеличении накопления ТМ в почве. Несмотря на то, что во всех вариантах опыта содержание КФ Cd и Pb в почве ниже ПДК, накопление этих токсичных металлов в зерне пшеницы превышает ПДК в ряде вариантов опыта. Данные факты позволяют предполагать, что указанные критерии не совсем корректны для оценки загрязнения чернозема выщелоченного Cd и Pb, поскольку не учитываются факторы, влияющие на поглощение ТМ растениями: погодные условия, степень подвижности и формы соединений ТМ в почве.

Таблица 3 – Свойства тяжелых металлов в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья

| металл                                                                         | pH осаждения гидроксидов $Me(OH)_2$ | степень подвижности ТМ в почве, % |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| Zn                                                                             | 5,4-8,0                             | 2,8                               |
| Pb                                                                             | 6,3-8,9                             | 8,7                               |
| Cd                                                                             | 7,2-9,7                             | 40,0                              |
| Cu                                                                             | 7,7-9,8 (5,3-9,1*)                  | 4,3                               |
| * начиная с pH 5,3 медь образует прочносвязанные комплексы с почвенным гумусом |                                     |                                   |

Почвенная вытяжка чернозема выщелоченного имеет значение pH 6,3-6,9. Малорастворимые гидроксиды кадмия начинают образовываться при более высоких значениях pH, что объясняет его повышенную сте-

пень подвижности в почве, по сравнению с другими металлами (табл. 3). Отсюда и поглощение кадмия растениями возрастает, например, при повышенном уровне осадков, как в 2006 году.

Таким образом, при оценке загрязнения пахотных угодий тяжелыми металлами необходимо учитывать не только содержание кислото-растворимых форм металлов в почве, но и их подвижность и интенсивность выноса растениями. Это требует пересмотра имеющихся критериев оценки химического загрязнения почвы.

#### Литература

1. Судницин И.И., Крупенина И.И., Фронтасьева М.В., Павлов С.С. Химический состав почв г. Москва и г. Дубна // Агрохимия. – 2009. - № 7. – с. 66-70
2. Гайдукова Н.Г., Кошеленко Н.А., Сидорова И.И., Шабанова И.В. Влияние агрохимических средств земледелия на содержание свинца и кадмия в черноземе выщелоченном и озимой пшенице // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2007. – В. 5(9). – с. 88-94

### ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ТВЕРДЫМИ ОТХОДАМИ НЕФТЕДОБЫЧИ

*Шпинькова М.С., Мецержаков С.В., Мерициди И.А.*

РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, ООО «ГеоЛайнПроект», г. Москва,  
Россия, Shpinkova-Mariya@yandex.ru

Проблема повышения экологической безопасности и эффективности при обращении с твердыми отходами при нефтедобыче актуальна практически в каждом нефтедобывающем регионе России. С одной стороны, значительное количество нефтяных отходов, характеризующихся низкими темпами утилизации, негативно воздействуют практически на все компоненты природной среды, с другой - нефтяные отходы относятся к вторичным материальным ресурсам и по своему химическому составу и полезным свойствам могут быть использованы в экономике вместо первичного сырья.

Общее число ежегодно образующегося нефтешлама по предприятиям нефтяной отрасли России составляет, по мнению некоторых ученых, около 500 тыс. т, а ресурсы этих отходов, находящихся в земляных амбарах, оцениваются в 4,5 млн. т.

Для легализации деятельности по обращению с опасными отходами необходимо организовать систему управления отходами производства и потребления.

Организация системы учета предполагает разработку и утверждение документации, разработку процедур текущего учета и отчетности обращения с отходами и профессиональную подготовку лиц для работы с опасными отходами.

Документирование системы состоит из следующих этапов:

1. разработка и утверждение распорядительных документов по вопросам распределения функций и ответственности за деятельность в области обращения с отходами (включая учет и контроль);
2. разработка и утверждение документации предприятия по учету в области обращения с отходами (включая разработку нормативов образования и лимитов размещения отходов);
3. получение паспортов на опасные отходы;
4. регистрация объектов размещения отходов в государственном реестре объектов размещения отходов;
5. получение разрешительных документов на транспортировку и размещение отходов;
6. подготовка, оформление и подписание договоров на прием-передачу отходов с целью размещения, использования и т. д.

К основным процедурам первичного учета относятся:

- инвентаризация источников образования отходов;
- инвентаризация объектов размещения отходов;
- инвентаризация объектов обезвреживания и использования отходов;
- текущий учет отходов.

Планирование природоохранной деятельности в связи с обращением с отходами предполагает:

- ✓ планирование разработки нормативной документации;
- ✓ планирование мероприятий по предотвращению или снижению объемов образования отходов (включая мероприятия по ресурсосбережению);
- ✓ планирование мероприятий по уничтожению, переработке, размещению отходов;
- ✓ планирование мероприятий по снижению воздействий на окружающую среду при обращении с отходами.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Создание системы управления отходами производства и потребления повышает экологическую безопасность и эффективность при обращении с твердыми отходами нефтедобычи.
2. Более эффективно и целесообразно предотвращать образование отходов, начиная со стадии добычи полезных ископаемых и заканчивая потреблением готовой продукции. Достичь этого можно путем разработки и внедрения технологий рационального использования при-

родных ресурсов, выделения ценных компонентов из побочных продуктов производства и отходов.

3. Многостороннее и глубокое освоение безотходных производств – долговременное и кропотливое дело, которым предстоит заниматься ряду поколений ученых, инженеров, техников, экологов, экономистов, рабочих разного профиля и многих других специалистов. Полностью безотходное производство – далекая перспектива, но необходимо уже сейчас решать эту задачу, как на общеэкономическом уровне, так и в отдельных отраслях хозяйства. Для этого необходимо предельно корректно и профессионально вести учет и оценку промышленных отходов начиная со стадии разработки технологических схем, в которых неизбежно образование отходов, и заканчивая мероприятиями по их утилизации, переработке и возможному дальнейшему использованию в данном производственном цикле или в других отраслях.

#### БИОТЕСТИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

*Шпис Т.Э., Ананьева Ю.С.*

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия,  
shpis\_tat@mail.ru

Единая система агроэкологического мониторинга позволяет организовать, всесторонние наблюдения с последующей пространственной оценкой экологического состояния почв и других базовых элементов агроэкосистем. Для прогнозирования вероятных изменений состояния почв, почвенного покрова и разработки научно-обоснованных рекомендаций по направленному регулированию и оптимизации основных факторов, определяющих плодородие, буферные и самоочищающие свойства почв, урожайность, качество и экологическую безопасность получаемой сельскохозяйственной продукции. К сожалению, система контроля природной среды, опирающаяся на концепцию ПДК, не позволяет учесть постоянно изменяющееся многообразие влияющих факторов и их взаимодействие. Продолжающиеся дискуссии о подходах к разработке ПДК в почвах, свидетельствуют о большой сложности нормирования экотоксикантов в гетерогенных системах, какой является почва. Такое заключение сделано и нами в ходе проведения многолетнего агроэкологического мониторинга окружающей среды лесостепной зоны Алтайского края (Шпис и др., 2008). При уровнях содержания техногенных тяжелых металлов в почвах значительно ниже ПДК они аккумулируются в отдельных сельскохозяйственных растениях до 12 ПДК.

Установленные ранее ПДК не соответствуют современному уровню экологического знания, созрела необходимость включения в систему агроэкологического мониторинга стандартизированных методов биотестирования, которые по информативности значительно превосходят физико-химические методы анализа. Такими методами по праву могут быть фитотестирование и микробный фитотоксикоз, так как в агроэкоценозах основное взаимоотношение происходит в системе почва - растение. При этом возможно быстро и эффективно определить интенсивность и совокупность влияния, как на развитие растений, так и почвенных микроорганизмов ряда экологических факторов.

С этой целью в системе агроэкологического мониторинга параллельно с физико-химическими методами анализа проводили фитотестирование почв. Определяли суммарную фитотоксичность почв методом почвенных пластинок, предложенный Н.А. Красильниковым (Бабьева и др., 1971) и микробный фитотоксикоз (Гузеев и др., 1980). Для установления фитотоксичности почв использовали наиболее высокочувствительное тест-растение салат-латук, выявленный в результате эксперимента (Шпис, 1998). Определение микробного фитотоксикоза, позволяет исследовать реакции на различные факторы среды активно функционирующих в почве микробных сообществ. При данном подходе в нестерильную почву вносится органическое вещество, инициирующее развитие определенных группировок микроорганизмов, что ускоряет микробиологические процессы и делает их более легко определяемыми.

Изучали интенсивность и закономерность влияния различных факторов: показатели плодородия почв, уровни содержания биогенных и техногенных элементов, применение средств химизации, типы севооборотов, на формирование суммарной фитотоксичности и микробного фитотоксикоза почв. Для выяснения фитотоксического спектра почв использовали набор тест-растений, включая районированные и перспективные сорта и культуры сельскохозяйственных растений. Почвы ранжировали по степени фитотоксичности на четыре группы: 1). < 20% - фитотоксичность не проявляется; 2). 20 – 40% - слабая фитотоксичность; 3). 40 – 60% - средняя фитотоксичность; 4). > 60% - сильная фитотоксичность.

Полученные сопряженные данные физико-химического анализа почв, фитотестирования и микробного фитотоксикоза почв были обработаны информационно-логическим анализом (Пузаченко и др., 1970). Разработаны прогностические модели фитотоксичности почв, микробного фитотоксикоза по почвенным факторам, уровню содержания биогенных и техногенных элементов (Шпис, 2007; Ананьева и др., 2009).

Полученные данные, позволяют выявить пределы состояния влияющих факторов на фитотоксичность и микробный фитотоксикоз

почв, при которых возможны максимальные и минимальные значения. Максимальная фитотоксичность характерна для почв с низким плодородием, высоким содержанием техногенных и пониженным уровнем биогенных элементов (имеющих место на обследованной территории). Проявлению микробного токсикоза в изучаемых почвах, способствует снижение содержания гумуса и уменьшение мощности гумусового горизонта. Полученные нами результаты свидетельствуют о большой роли гумуса для поддержания гомеостаза по отношению к биологически активным веществам. Более гумусированные почвы меньше подвержены проявлению фитотоксикоза, обусловленного продуктами копитрофного сообщества. При этом также очень сильная фитотоксическая активность микроорганизмов проявляется в почвах с низким плодородием.

Насыщение севооборота монокультурой приводит к повышению как общей фитотоксичности почв, так и микробного фитотоксикоза. В почвах зернопарового севооборота проявляется высокая фитотоксическая активность копитрофной микрофлоры. Очевидно, что сильному проявлению микробного токсикоза почв способствует насыщение зерновыми культурами зернопарового севооборота. В зернопаросвекловичном же севообороте, где есть место чередованию двух культур с паром, создаются лучшие условия для инактивации токсинов. На состояние микробного фитотоксикоза почв влияет и предшественник. В порядке увеличения проявляемого микробного токсикоза изучаемые поля можно распределить следующим образом: пшеница по сахарной свекле, сахарная свекла по пару, ячмень по пшенице, пшеница по пару и пшеница по пару на орошаемом участке, пшеница по пшенице.

При интегрированном воздействии экологических факторов формирование суммарной фитотоксичности обусловлено на 39% загрязнением почв тяжелыми металлами, на 34% почвенными факторами (в том числе микробный фитотоксикоз), на 22% применением пестицидов и на 5% насыщением севооборота монокультурой. На почвах с сильной степенью фитотоксичности формируется минимальная урожайность яровой пшеницы и максимальное поступление техногенных элементов (кадмия, свинца) в растительную продукцию.

Полученные модели можно использовать для оценки и последующего регулирования и снижения суммарной фитотоксичности и токсикозного режима почв, обусловленного фитотоксичностью микрофлоры. Так, оптимизацией ведущих факторов в моделях, можно способствовать снижению суммарной фитотоксичности почв и фитотоксической активности микрофлоры в агроценозе.

Таким образом, в систему всестороннего агроэкологического мониторинга антропогенно деградированных почв при разных видах

сельскохозяйственного использования рекомендуем включить методы фитотестирования и микробного фитотоксикоза почв, которые быстро и эффективно дают интегральную оценку уровня экологической опасности почв.

## ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ РАЗНОГО ХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Яковлев А.С., Евдокимова М.В.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, mawkae@gmail.com

Специфика почв, как сложного природного и природно-антропогенного объекта, расположенного на землях разного функционального назначения, в должной мере не отражена в действующих в настоящее время нормативных, методических и технических документах, ориентированных на оценку экологического состояния почв и регулирование допустимого антропогенного воздействия на них. Определенная сложность в развитии системы экологического нормирования почв заключается в том, что до настоящего времени в стране не развита единая научная концепция нормирования в области охраны окружающей среды в целом. Существуют лишь отдельные научно-методические подходы к регулированию экологического качества почв, приведенные в работах отечественных исследователей (Виноградов, Орлов, Снакин, 1993; Экологические функции городских почв, 2004; Пиковский, Геннадиев, Чернянский и др., 2003; Воробейчик, Садыков, Фарафонов, 1994; Сизов, 2000; Смагин, Азовцева, Смагина и др., 2006; Обухов, Матвеев, Попова, Чернова, 2001; Плеханова, 2008; Яковлев, Макаров, 2006; Яковлев, Гендугов, Глазунов и др., 2009; Прокофьева, 1998). Представленное в ФЗ № 7 «Об охране окружающей среды» в самом общем виде определение экологического нормирования не получило своего развития в соответствующих государственных нормативных документах. Опираясь на вышеуказанные научные разработки и мобилизуя набор официально действующих в настоящее время нормативов и методов, постараемся в самом общем виде сформулировать принципы нормирования экологического состояния почв на категориях земель различного хозяйственного назначения.

К основным критериям, определяющим уровень допустимых значений качества почв, могут быть отнесены следующие: установление уровня потери биологического потенциала почв не превышающей 30 % от его фоновых значений; установление пороговых значений загрязне-

ния и деградации почв, при которых не возможен массивный переход загрязняющих веществ и почвенного мелкозема в сопредельные природные среды; различная устойчивость почв к антропогенному воздействию в зависимости от их природных свойств; разнообразие видов хозяйственного использования земель.

В природоохранной практике наиболее распространены и нормативно утверждены две шкалы ранжирования значений показателей качества и воздействия на окружающую природную среду (ОПС) – трехуровневая (Критерии оценки экологической обстановки, 1992) и пятиуровневая (Временная методика определения предотвращенного экологического ущерба, 1999). Представляется целесообразным совместить их в рамках единой пятиуровневой шкалы. Шкала имеет два полюса «+» и «-». Будем исходить из предположения, что вред почве может быть нанесен как чрезмерным увеличением, так и уменьшением значений того или иного показателя ее специфических свойств. Согласно пятиуровневой шкале ранжирования, первый и второй уровни могут быть отнесены к периоду постепенного, слабо выраженного накопления негативного признака (нагрузке). Это соответствует относительно стабильному состоянию ОПС. Третий уровень соответствует неустойчивому состоянию природной системы (утрата около 30-40% качества ОПС), четвертый и пятый - катастрофическому и бедственному уровням (стремительная и необратимая потеря качества ОПС). Таким образом, за состояние ОПС и уровень нагрузки на нее, близкие к допустимому уровню, можно принять промежуток от первого до начальных значений третьего уровня установленной системы ранжирования.

**Общие границы значений показателей допустимого «состояния-воздействия» для почв всех установленных категорий земель.** Основными природно-ресурсными законами страны подтверждается научно обоснованный приоритет обеспечения благоприятной ОПС и приоритет сохранения почв, как важнейшего компонента ОПС при всех видах хозяйственной деятельности. Как следствие указанный приоритет предполагает наличие единых для всех видов землепользования норм экологического качества почв, учитывающих конкретные природные условия и характер производственного использования. Таким образом, общим является то, что все виды землепользования должны осуществляться на землях с «экологически здоровыми почвам». При этом должен быть определен нижний предел допустимого состояния (качества) этих почв и уровень допустимого антропогенного воздействия на них. В качестве основного критерия по определению нижнего предела качества почв и воздействия на них может служить способность почвы сохранять устойчивость при антропогенной нагрузке, вызываемой тем или иным видом землепользования. Указанный принцип декларируется

в статье 3 ФЗ №7 «Об охране окружающей среды», где в ранг одного из основных направлений природоохранной деятельности возводится создание условий в процессе природопользования, способствующих воспроизводству природных ресурсов и экологических функций природных систем. По способности к воспроизводству определяют предельно допустимую норму нарушения качества почв и земель. Эта норма служит единым допустимым пределом, обуславливающим устойчивость почв в процессе антропогенной нагрузки при всех видах хозяйственного использования почв и земель. Эта норма определена путем длительных научных наблюдений и предполагает, что порог устойчивости почвенных систем возможен при утрате не более 30% биологического потенциала почв. Эта граница качества почв, в свою очередь определяет уровень допустимого воздействия на почвенные системы. Таким образом, для всех типов хозяйственного использования земель, в том числе и для промышленных зон, не допускается утрата более 30 % качества почвенных экосистем и негативное воздействие на сопредельные компоненты ОПС.

Таблица 1. Допустимые значения экологического состояния почв земель различного хозяйственного назначения («базовые экологические нормы»)

|                          |                    |                                                                                                       |                                                                            |               |                                  |               |        |
|--------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|--------|
| Почвы:                   | Природных объектов | Природно-антропогенных объектов                                                                       |                                                                            |               |                                  |               |        |
| Категории земель:        | Заповедники        | С/х назначения                                                                                        | Населенных пунктов                                                         | Лесного фонда | Промышленности, транспорта и др. | Водного фонда | Запаса |
| Химическое состояние:    | Фон                | ПДК                                                                                                   | Не допускается переход загрязняющих веществ в сопредельные природные среды |               |                                  |               |        |
| Физическое состояние:    | Фон                | Способность почвенных экосистем к самовосстановлению (утрата не более 30 % биологического потенциала) |                                                                            |               |                                  |               |        |
| Биологическое состояние: | Фон                |                                                                                                       |                                                                            |               |                                  |               |        |

Теперь, в рамках установленных выше общих границ, попытаемся выделить **индивидуальные границы экологической нормы «состояния-воздействия»** для почв каждой из категорий земель (базовые пока-

затели), с учетом специфики их хозяйственного использования и назовем их «базовыми экологическими нормами для почв разных категорий земель» (табл. 1). Представленные в таблице значения экологической нормы можно считать начальными или базовыми, требующими дальнейшего уточнения при подробном рассмотрении различных вариантов землепользования. Базовыми для почв заповедных территорий служат значения показателей близких к фоновым величинам. Допустимые уровни загрязнения для почв земель сельскохозяйственного назначения и поселений не должны выходить за рамки медицинских нормативов (ПДК), так как это связано с качеством получаемых продуктов питания и прямого контакта человека с загрязненными почвами в местах его проживания. В свою очередь для почв земель водного, лесного фонда и промышленности ключевым фактором является не допущение перехода загрязняющих веществ и в сопредельные природные среды.

#### ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЗЕМЕЛЬ ПРИ ВЫБОРЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

<sup>1</sup>Яковлев А.С., <sup>2</sup>Ковалева Е.И., <sup>2</sup>Яковлев С.А.

<sup>1</sup>Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
yakovlev\_a\_s@mail.ru,

<sup>2</sup>АНО «Экотерра», Москва, Россия, katekov@mail.ru

Нефтегазовая промышленность является одним из основных источников пополнения бюджета Российской Федерации. Рост добычи углеводородного сырья обеспечивается интенсивным развитием и увеличением объемов бурения. Территория Крайнего Севера богата нефтью, местоположение месторождений стратегически выгодно с точки зрения ее дальнейшей транспортировки, поисково-разведочные работы в этом регионе ведутся на протяжении нескольких десятилетий. На современном этапе разведка, добыча нефти, эксплуатация нефтяных месторождений сопровождается негативным воздействием на окружающую среду. В результате нефтедобывающей деятельности неизбежно происходят разливы нефти, образуются огромные объемы токсичных отходов бурения. Значительная часть земель Тимано-Печорского нефтегазового бассейна за годы разведки месторождений и их эксплуатации была нарушена хозяйственной деятельностью и требует восстановительных работ, в связи с чем, встал вопрос о их рекультивации.

Объектом исследования послужили территории, приуроченные к нефтяным скважинам (Ненецкий автономный округ). Район исследования находится в субарктическом поясе, в области морской тундры.

Территория приурочена к зоне сплошного распространения многолетне мерзлотных пород, имеющих определяющее значение для характера распространения подземных вод, их режима, динамики и химического состава. Гидрографическая сеть представлена большим количеством озер, протоков, ручьев. Большая часть исследованных участков заболочена. В составе почвенного покрова преобладают тундровые торфянисто- и торфяно криогенно-глеевые почвы и болотно-тундровые.

Территории, приуроченные к нефтяным скважинам, характеризуются захламливанием отходами, наличием шламовых амбаров и нефтезагрязненных участков. Обследованные шламовые амбары представляют собой необорудованные объекты размещения отходов бурения. Возраст шламовых амбаров и нефтезагрязненных участков варьирует от нескольких до 30-40 лет. Полевое обследование исследуемых территорий показало, что на большей части участков со старыми загрязнениями за прошедший период времени отмечается восстановление тундровых биогеоценозов. Территории участков покрываются растительностью. На некоторых участках отмечается проективное покрытие растительностью до 90-95%. Шламовые амбары приняли облик озер, по их периметру идет активное зарастание растительностью; в некоторых случаях контуры таких объектов размещения буровых отходов едва различимы, поскольку процессы восстановления преобладают и шламовые амбары порой полностью заселены болотной растительностью.

Проведение рекультивационных работ не должно наносить экосистеме большего ущерба, чем те нарушения, которые уже имеют место. Основным негативным проявлением является остаточное содержание нефтепродуктов и токсичных веществ буровых растворов. Проведение рекультивации по типовой схеме: выемка загрязненного грунта, его вывоз, завоз чистого, с одной стороны, могут вызвать новые более серьезные нарушения экосистемы территории скважин, с другой стороны, может быть масштабно затратным. Территории, подлежащие рекультивации, расположены в районе с особыми природно-климатическими условиями, для которого характерно повсеместное распространение вечной мерзлоты. Кроме того, на землях, ранее нарушенных разведочно-поисковой и нефтедобывающей деятельностью, наблюдается тенденция природных сообществ к самовосстановлению. Часто при проведении рекультивационных работ недооценивают природные региональные особенности, своеобразие почвенно-растительного комплекса, создающего существенные трудности для применения типовых схем рекультивации нефтезагрязненных земель. На таких землях применение традиционных технологий рекультивации и обычных технических средств, как показывает практика, не только не приносит положительных результатов, но в ряде случаев даже способствует замедлению на-

чавшихся естественных процессов самовосстановления, а порой и вызывает необратимые явления. Кроме того, существует экспертное мнение согласно работам Пиковского Ю.И. (1981, 2003), Солнцевой Н.П. (1981, 1988, 1998), Трофимова С.Я. (2006), что с увеличением возраста нефтеразлива токсичность нефти и нефтепродуктов уменьшается (исчезает) - в первые месяцы происходит ее физико-химическое разрушение, дегазация, ультрафиолетовая деструкция, вынос подвижных продуктов в сопредельные среды. Следовательно, миграция подвижных и токсичных веществ происходит в первые годы. В связи с вышеизложенными аспектами встает вопрос, насколько опасны нефти старых (длительно) загрязненных участков. Особенно важен этот вопрос для регионов Крайнего Севера, где любое антропогенное вмешательство может вызвать цепочку нежелательных проявлений, например, привести к развитию процессов дефлюкции.

Для обоснования выбора рекультивации применена научная методология: были использованы принципы экологического нормирования земель и оценки экологического состояния окружающей среды. В основе оценки экологического состояния лежит определение соответствия природной обстановки условиям нормального существования наземных экологических систем (Яковлев и др., 2001). Правовые основы для проведения оценки состояния окружающей среды заложены в Федеральном законе от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и получили некоторое развитие во «Временной методике определения и предотвращения экологического ущерба», 1999, где определен подход к установлению уровней потери экологического качества.

В соответствии с существующими методическими подходами к экологическому нормированию, проводилось экологическое оценивание природного объекта, т.е. установление степени его экологического благополучия (неблагополучия) на шкале “норма-отклонение” по различным показателям природного объекта и его (объекта) способности выполнять основные экологические функции.

Поскольку возраст шламовых амбаров и разливов нефти на изучаемых территориях составлял от 4 до 30 лет, были проведены исследования по выявлению порога токсичности нефти в зависимости от возраста. В экспериментах использовались как химические, так и биотические показатели. В образцах проб нефтезагрязненных почв и буровых шламов разного возраста помимо определения общего содержания нефти, определялся фракционный состав нефти, токсичные, подвижные компоненты нефти, проводилось исследование токсичности методом биотестирования. Исследования позволили сгруппировать нефтезагрязненные почвы и шламовые амбары, подлежащие рекультивации, в зависимости от возраста нефти и ее токсичности.

Ранжирование экологического состояния почв и шламовых амбаров по содержанию нефти осуществлялось на основании оцененного проективного покрытия на территории и токсичности отобранных на этих участках образцов почв, бурового шлама и вод из шламовых амбаров. При ранжировании обязательно учитывался тип почв и категория земель. В результате разработана 5-ти уровневая шкала оценка качества загрязненных почв. В зависимости от возраста нефтяного загрязнения, типа почв, категории земель содержание нефтепродуктов в почвах на участках скважин с соответствующим проективным покрытием травянистого яруса соответствует градациям разработанной 5-ти уровневой шкалы.

На основании разработанной оценочной шкалы определен уровень потери экологического качества территории каждой скважины, подлежащей рекультивации, приняты решения о необходимости проведения рекультивации и их объемов. Основанием для принятия решения о выборе направления рекультивации является способность системы к самовосстановлению и возможность перехода загрязняющих веществ в сопредельные среды в рамках 5-ти уровневой шкалы ранжирования. Предложено направление рекультивации, которое позволило сохранить качество окружающей природной среды территории скважин и выполнить восстановительные работы с минимальными экономическими затратами.

#### НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ НОРМЫ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПОЧВАХ (ДОСНП) ТЕРРИТОРИЙ РАЗНОГО ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Яковлев А.С., Никулина Ю.Г.*

Факультет почвоведения МГУ имени Ломоносова, Москва,  
Россия, yunika9@mail.ru

Значения допустимого остаточного содержания нефти в почве (ДОСНП) чрезвычайно широко варьируют в зависимости от природно-климатических условий, а также видов хозяйственного использования территории (Яковлев, 2008).

Критерии разработки нормативов можно разделить на **природные**, учитывающие свойства основных типов почв, и **хозяйственные**, отражающие специфику почв земель разного хозяйственного назначения. Если в области определения ДОСНП в зависимости от природно-климатических условий имеется значительный объем информации (Мотузова и др., 1989; Глазовская, 1983; Трофимов, Розанова, 2002), то си-

туация с дифференциацией уровней ДОСНП по видам хозяйственного использования земель остается во многом без должного обоснования. Обзор работ зарубежных авторов (William J. Nichols, 2003; 310 CMR 40.0996(7), USA; McGill, 1977) позволяет сделать вывод о явной тенденции к упрощению вопросов нормирования содержания нефти в почве, которое ведется в основном по гранулометрическому составу почв. Однако к числу несомненных достоинств зарубежных нормативов относится учет типа соединений, входящих в состав нефти, сведений об уровне ее переработки. В вопросах нормирования по видам хозяйственного использования допустимые концентрации за рубежом разрабатываются, как правило, лишь для селитебных территорий (в частности, для детских площадок).

В таблице 1 приведены максимальные допустимые концентрации нефтепродуктов, разработанные American Petroleum Institute в 1996 году.

Таблица 1. Стандарт Департамента охраны окружающей среды штата Аляска

| Стандарт                                                | Тип грунта (почвы) | Бензин | Дизельные нефтепродукты | Остаточные компоненты |
|---------------------------------------------------------|--------------------|--------|-------------------------|-----------------------|
| ADEC<br>Максимальные допустимые концентрации (API 1628) | Грубый гравий      | 950    | 2200                    | 4800                  |
|                                                         | Грубый песок       | 2800   | 6500                    | 15000                 |
|                                                         | Тонкий песок/ил    | 7500   | 17000                   | 39000                 |

Исследователи Института биологии Уральского отделения Российской Академии проводят оценку состояния земель с учетом направления рекультивации. При использовании восстановленных земель под пашни (сельскохозяйственное направление рекультивации) учитывают содержание нефти и тяжелых металлов, под сенокосы, пастбища и леса – содержание нефти, проективное покрытие высеянными травами, при приемке участков, расположенных на торфяных болотах (природоохранное направление рекультивации земель), руководствуются, в первую очередь, результатами всхожести семян однолетних и многолетних трав (Маганов с соавторами, 2006).

Конкретные методы, применяемые при разработке нормативных концентраций нефтепродуктов, весьма разнообразны – и классический агрохимический опыт, и изучение существующих загрязненных

участков, и постановка модельных экспериментов, и математическое моделирование. Но в любом случае при этом необходимо учитывать состояние растительности, почв (физические и химические свойства) и почвенной биоты (способность к дальнейшему самоочищению, отсутствие патогенных видов почвенных грибов и др.), переход загрязняющих веществ (углеводородов, тяжелых металлов) в растения, возможность миграции в водной и воздушной средах (Трофимов, Прохоров, 2006).

В настоящее время достаточно активно ведутся работы по разработке и введению в действие нормативов ДОСНП для разных субъектов РФ в соответствии с приказом МПР России от 12 сентября 2002 г. № 574 «Об утверждении временных рекомендаций по разработке и введению в действие нормативов допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ» (таблица 2).

Таблица 2. Допустимое остаточное содержание нефти в почвах разного хозяйственного назначения, г/кг

| Категория земель/субъект РФ      |                    | Республика Коми |           | Ханты-Мансийский автономный округ |           |
|----------------------------------|--------------------|-----------------|-----------|-----------------------------------|-----------|
| Надтиповая группа почв*          |                    | орг.            | орг.-мин. | орг.                              | орг.-мин. |
| Лесного фонда                    |                    | 30              | 10        | 60(100)                           | 2-15      |
| Сельскохозяйственного назначения | сенокосы, пастбища |                 |           | -                                 | 1-5       |
|                                  | пашни              |                 |           |                                   |           |
| Промышленности                   |                    | 80              | 30        | -                                 | 5         |
| Водного фонда                    |                    | 5               | 1         | 1                                 | 0,1       |
| ООПТ                             |                    | 5               | 1         | -                                 | -         |

Примечания: \*надтиповые группы почв: орг. – органогенные; орг.-мин. – органо-минеральные.

Числовые значения ДОСНП, представленные в таблице 2, представляют собой пороговые концентрации валового содержания нефтяных углеводородов, поэтому усовершенствование уже имеющихся нормативов ДОСНП и разработка нормативов для других субъектов Российской Федерации состоит в комплексном изучении состояния почвенного покрова на землях разного хозяйственного использования, с одной стороны, - и учета специфики загрязнителя, дифференцированного по типу (бензин, керосин, сырая нефть, мазут и др.), рядам алифатических и

ароматических фракций с различными температурами кипения и наличием индивидуальных токсичных компонентов (бензпирен, фенантрен) с другой стороны.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО  
НОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ И УПРАВЛЕНИЯ ИХ КАЧЕСТВОМ  
(ЭКОМЕНЕДЖМЕНТ ПОЧВ)

<sup>1</sup>Яковлев А.С., <sup>2</sup>Решетина Т.В.

<sup>1</sup>Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, yakovlev\_a\_s@mail.ru

<sup>2</sup>ЗАО «НИИПИ экологии города», Москва, Россия, t.reshetina@ecocity.ru

В результате антропогенного воздействия, которое невозможно исключить при современном укладе жизни, происходит неизбежное ухудшение качества почв. Поэтому, с целью обеспечения благоприятной экологической обстановки, безопасности для здоровья человека и необходимого плодородия необходимо поддерживать качество почв на необходимом уровне. Реализация данного условия возможна только через организацию системы управления качеством почв. В основу стратегии управления качеством почв могут быть положены принципы установления норм допустимого экологического состояния почв и уровней допустимого воздействия на почвы, сформулированные в Законе г. Москвы «О городских почвах».

Основополагающим условием реализации данной задачи является создание системы показателей (стандартов) качества почв и допустимого воздействия на почвы, а также установление диапазона значений, соответствующих оптимальному экологическому состоянию почв и допустимому антропогенному воздействию на почву. При этом предполагается, что почвы всех категорий земель в рамках выделенного диапазона должны обладать «экологическим здоровьем», т.е. выполнять экологические функции, и обеспечивать:

- безопасность почв для компонентов природной среды (растений, животных, природных вод, атмосферного воздуха и др.),
- санитарно-гигиеническую безопасность почв для здоровья и жизни человека,
- пригодность почв как природного ресурса для хозяйственного использования (плодородие почв или способность обеспечивать существование, рост и развитие зеленых насаждений).

При этом должен быть установлен нижний предел допустимого состояния (качества) этих почв и уровень допустимого антропогенного

воздействия на них, который соответствует моменту наступления необратимых изменений в зависимости «состояние почв – воздействие на почвы». Норма эта определена путем длительных научных наблюдений и предполагает, что порог устойчивости почвенных систем возможен при утрате не более 30% биологического потенциала почв. Эта граница качества почв, в свою очередь определяет уровень допустимого воздействия на почвенные системы. В частности, на этой качественной отметке зафиксирован предел удержания почвами загрязняющих веществ и почвенной массы в границах загрязненных и деградированных участков, т.е. не наблюдается массивный их вынос в сопредельные среды.

Показатели «состояние почв – воздействие на почвы» представлены как абсолютными, так и относительными величинами, выстроенными в виде рядов ранжирования по мере утраты качества и нарастания антропогенного воздействия. Согласно пятиуровневой шкале ранжирования, первый и второй уровни могут быть отнесены к периоду постепенного, слабо выраженного накопления негативного признака, что соответствует относительно стабильному состоянию почв, третий уровень соответствует неустойчивому состоянию природной системы (утрата около 30% качества), четвертый и пятый – катастрофическому и бедственному уровням (стремительная и необратимая потеря качества окружающей природной среды). Таким образом, за состояние почвы и уровень воздействия на нее, близкие к допустимому уровню, можно принять промежуток от первого до начальных значений третьего уровня установленной системы ранжирования. На приведенной шкале (рис. 1) нулевое (0) значение соответствует фоновому (ненарушенному) состоянию почв, первое и второе ( $\pm 1$ , 2) – допустимым отклонениям «состояния» и «воздействия»; третье ( $\pm 3$ ) – пограничному отклонению от ненарушенного состояния и воздействия; четвертое и пятое ( $\pm 4, 5$ ) – недопустимым уровням состояния и воздействия.

Опираясь на принятые за основу критерии определения допустимых значений качества почвы и воздействия на нее, устанавливаются единые показатели и значения их оценки. При этом процедура определения допустимых значений этих показателей основывается, прежде всего, на научных наблюдениях, а также на сведениях из существующих нормативных и методических источников, с привлечением авторской экспертной оценки. На указанных принципах нами построена система показателей для оценки экологического качества почв и воздействия на них и указан диапазон их допустимых значений для городских почв разного функционального назначения.

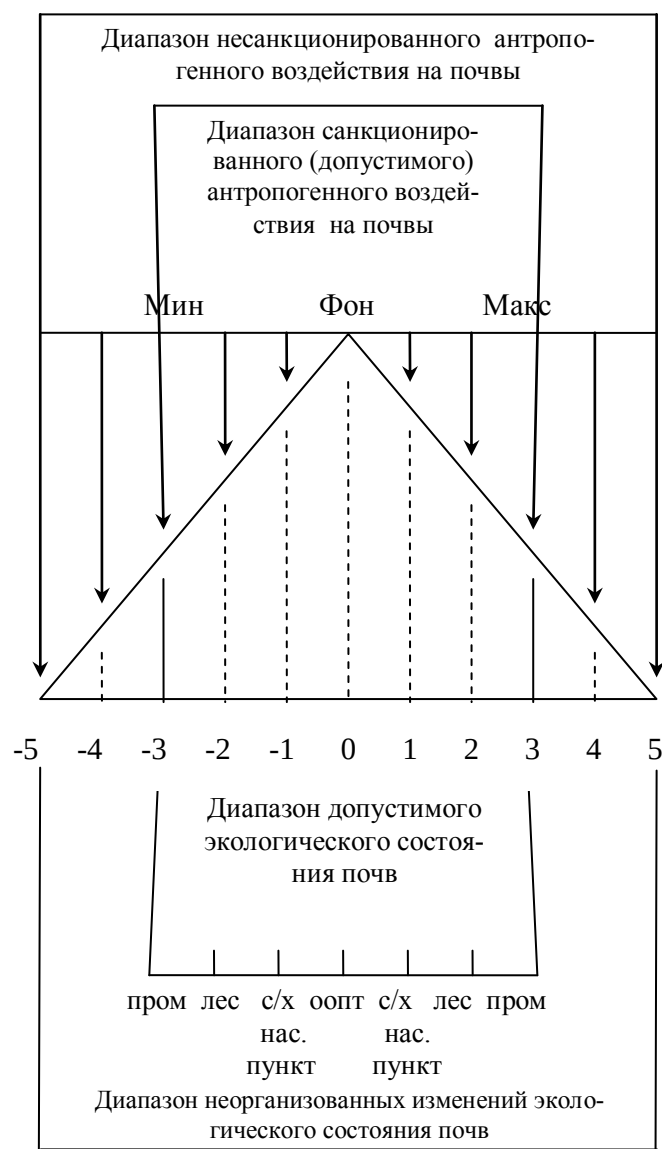


Рис. 1. Принципиальная схема единой оценки экологического состояния почв и антропогенного воздействия на них с выделением диапазона допустимых значений «состояние-воздействие»

Представленная система показателей содержит в себе, прежде всего, начальную экспертную оценку по определению диапазона единых допустимых значений качества почв и воздействия на них. При необходимости, уточненные сведения об указанном диапазоне допустимых значений могут быть получены в результате дополнительных аналитических исследований, основанных на рассматривавшихся выше критериях установления экологической нормы качества почв.

На рисунке 2 дан пример перевода абсолютных величин показателей качества и воздействия в относительные в рамках пятиуровневой шкалы ранжирования.



*Рис. 2. Принципиальная схема экологической оценки и регулирования качества почв и воздействия на них в абсолютных и относительных показателях (на примере меди)*

Работы по определению допустимого экологического состояния почв и антропогенного воздействия на почвы конкретного земельного участка состоят из следующих этапов:

А. Составление перечня и характеристика основных источников антропогенного воздействия на почвы и установление ареалов их влияния;

Б. Оценка реального состояния и допустимых значений экологического состояния (качества) почв земельного участка и общей (суммарной) антропогенной нагрузки по единой оценочной шкале ранжирования системы «состояние-воздействие»;

В. Определение долевого участия в допустимой суммарной антропогенной нагрузке компонентов депонированной и актуальной нагрузки;

Г. Установление допустимых значений воздействия на почвы конкретного земельного участка для каждого источника актуального воздействия.

При выявлении участков почвенного покрова, не соответствующих диапазону экологической нормы качества (от минимального до максимального), выполняется комплекс мероприятий по регулированию качества почв (предупредительные мероприятия перед вводом в эксплуатацию объекта и мероприятия по снижению негативных последствий на стадии эксплуатации объекта).

#### ОБСЛЕДОВАНИЕ ГОРОДСКИХ ПОЧВ В СВЕТЕ РАЗВИТИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ИХ ОХРАНЫ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Яковлев А.С., Хорошилова Е.М.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
jenny\_jenny86@mail.ru

Введение в природоохранную и природно-ресурсную практику закона «О почвах» г. Москвы (2007) даёт возможность рассматривать почвы как самостоятельный природный объект, подлежащий охране, как и другие компоненты окружающей природной среды, а также разработку и введение в практику охраны окружающей среды и землепользования системы обследования городских почв, основанной на принципах экологического нормирования.

Обследование городских почв проводится в целях определения их состояния (в том числе после восстановления и улучшения), выявления земельных участков или их частей, представляющих опасность для других компонентов окружающей среды и здоровья человека вследствие деградации городских почв, а также в целях определения размера вреда, причиненного городским почвам, окружающей среде вследствие деградации городских почв.

Результаты обследования городских почв оформляются актом обследования.

Акт обследования включается в состав конкурсной документации (документации об аукционе) и является приложением к договору купли-продажи, договору аренды земельного участка и иным договорам. В случае если по результатам обследования городских почв выявлено несоответствие их качества установленным требованиям, в договор купли-продажи, договор аренды земельного участка и иные договоры включается условие о проведении работ по восстановлению городских почв покупателем, арендатором земельного участка в установленный Правительством Москвы срок.

Процедура проведения работ по обследованию почв подразумевает:

1. Определение показателей антропогенного воздействия на почвы земельного участка;
2. Определение экологического состояния (качества) почв земельного участка;
3. Определение соответствия показателей качества обследованных городских почв и воздействия на них установленным требованиям экологического нормирования;
4. Составление акта обследования земельного участка.

1. Воздействие на почвы может быть охарактеризовано двумя взаимосвязанными блоками показателей «нагрузки на почву» и «источников воздействия».

«Нагрузка на почву» дает представление о реакции почв на антропогенное воздействие, т.е. представляет собой некоторый отпечаток накопившегося (депонированного) и актуального (современного) воздействия на почву, представленный значениями показателей состояния почв отличными от нулевых или фоновых значений. Эти показатели одновременно несут в себе сведения и о состоянии почв, и об уровне антропогенной нагрузки на них.

- депонированное, накопившееся в почве в течение определенного времени воздействия, (загрязняющее вещество, физическая нагрузка, нарушение биологического разнообразия почвы), которое может быть определено путем расчета отклонения от фоновых уровней качества почвы того или иного показателя.

- актуальное или современное, действующее в реальном времени в результате выпадения загрязняющих веществ из атмосферного воздуха, привноса с загрязненными водами, при размещении отходов или захлавлении ими земель, изъятия или деградации плодородного слоя почв и т.д.

«Источники воздействия» - источники, в результате деятельности которых формируется определенный уровень нагрузки на почву путем передачи антропогенного влияния источника через сопредельные с изу-

чаемым земельным участком среды (атмосферный воздух, водные среды и др.) или непосредственно в результате прямого контакта с почвенным покровом изучаемой территории.

Таким образом, общая нагрузка на почвы складывается из суммы депонированной в почве нагрузки и актуальной, имеющей место в настоящий момент (современной) нагрузки. И та, и другая составляющая подвергаются определенному регулированию. Первая путем рекультивации почв и доведения их состояния до допустимых экологических характеристик, вторая путем регулирования объемов выбросов, сбросов, уровней захламления и уплотнения земель и т.д.

2. Оценка экологического качества почв земельного участка предполагает проведение полевых, лабораторно-аналитических, картографических работ.

Полевые работы заключаются в проведении почвенной съемки и отборе проб (образцов почв).

Количество образцов и глубина их отбора, число разрезов, где идет отбор проб в глубину зависят от задачи исследования, масштаба проектирования, а также от типа территории, от ее категории сложности, с учетом соотношения площадей открытых и запечатанных участков.

3. После определения фактических уровней антропогенной нагрузки на почвы обследованных земельных участков и уровней их экологического качества, необходимо установить соответствие этих значений требованиям допустимого воздействия и качества для городских почв с учетом функционального назначения территории.

Разработана принципиальная схема для установления уровней допустимых значений качества городских почв и уровней допустимого воздействия на городские почвы земель различного хозяйственного назначения в соответствии с принятой в природоохранной практике пятиуровневой шкалой ранжирования экологического состояния почв и уровней антропогенного воздействия (Временная методика..., 1999; Яковлев, Никулина, Евдокимова, 2008).

4. Акт обследования почв земельного участка содержит:

а) Результат обследования воздействия на городские почвы, включающий перечень источников антропогенного воздействия на почвы участка с указанием ареалов и интенсивности воздействия и интегральной антропогенной нагрузки на почвы земельного участка.

б) Результат обследования качества городских почв, включает в себя:

- картосхему расположения почв на земельном участке с пояснительной запиской;

- ведомость с перечнем исследованных показателей качества и их значения для отдельных почвенных разрезов (по горизонтам) и отдельных почвенных поверхностных образцов.

в) Определение отклонения значений показателей качества обследованного земельного участка и воздействия на него относительно установленных требований к показателям и уровням допустимого качества и допустимых воздействий на городские почвы в соответствии с типом функционального назначения земельного участка.

В Акте возможно представление сведений о том, откуда могут появиться «внешние» загрязнения на участке, и перечислены конкретные обстоятельства и показатели, по которым правообладатель земельного участка не несет ответственности за ухудшение качества почв, а также содержатся сведения по истории землепользования на данном участке, если таковые выявлены при подготовке к проведению обследования. Они являются косвенным указателем на источники профильного загрязнения и уровни значений других почвенных характеристик (выявляемых и не выявляемых в процессе обследования).

**СЕКЦИЯ 3.  
ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ  
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ - ЗАЛОГ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ**

---

**ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ АГРОЭКОСИСТЕМ И ПРОБЛЕМЫ  
ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ИЗ  
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

*Булаткин Г.А.*

Институт фундаментальных проблем биологии РАН,  
г. Пущино Московской области, Россия  
sadvod@rambler.ru

Продуктивность агроэкосистем во многом определяется как содержанием гумуса в почвах, так и их водно-физическими, физико-химическими и биологическими свойствами, зависящими от гумусированности почв. Процессы воспроизводства содержания гумуса тесно связаны с поступлением в почвы органического вещества в различных видах (навоза, пожнивных и корневых остатков, биомассы сидератов, компостов и т.д.).

Важно иметь в виду, что изъятие побочной растительной сельскохозяйственной продукции из агроценоза имеет свои большие отрицательные агроэкологические последствия, связанные с поддержанием плодородия почв, и, в первую очередь, с воспроизводством содержания гумуса в почвах.

В настоящее время во многих странах предпринимаются интенсивные попытки исследований и производства из растительного сырья биоэтанола, биобутанола, биодизеля, как добавок к углеводородному топливу в различных соотношениях (от 5 до 85 %) в целях получения смеси, которую называют биотопливом.

Россия является одной из ведущих стран по добыче и экспорту природных энергоносителей, и вопрос о дефиците энергии в нашей стране не стоит. Однако запасы легкодоступных углеводородов уменьшаются и необходимо не только готовиться к производству и использованию возобновляемых энергоресурсов, но и за счёт замещения углеводородного топлива на внутреннем рынке продлить наш экспортный углеводородный потенциал. Создание биотоплива и биотопливной промышленности в значительной мере направлено на энергетическое обеспечение транспорта. Возрастающий интерес к этому виду топлива определяется тем, что на транспортные нужды уже расходуется около 40 %

мирового энергоресурса. В нашей стране на долю автотранспорта приходится 90 % общего объема вредных веществ, поступающих в атмосферу от всех видов транспорта. По величине автовывбросов резко отличается г. Москва – более 800 тыс. т в год. В остальных 9 крупных городах России этот показатель также высокий, и находится в пределах 100-200 тыс. т в год.

Проблема производства возобновляемой энергии из растительного сырья многопланова и противоречива.

В последние 10-15 лет в Российской Федерации резко сократилось поголовье КРС – основного источника органического удобрения в сельском хозяйстве – навоза, что сказалось на воспроизводстве почвенного плодородия.

Например, в Московской области в период 1986–1990 гг. органические удобрения вносились по 11,4 т/га ежегодно. В начальный период химизации (1966–1970) пахотные почвы Подмоскovie имели довольно низкое содержание гумуса (около 1,81 %). В годы интенсивной химизации земледелия и систематического внесения органических удобрений в повышенных дозах (1971–1993) плодородие почв существенно возросло, о чём свидетельствует увеличение среднего содержания гумуса в пахотном слое почвы до 2,38 %. Затем постепенно применение навоза стало уменьшаться и в 2004 г. составило только 2,0 т/га. Из-за дефицита навоза в земледелии страны солома зерновых в настоящее время может являться главным источником пополнения пахотных почв органическим веществом, необходимого для поддержания содержания гумуса. Это важно для сохранения плодородия почв положение следует иметь в виду при изъятии соломы с полей. Поэтому неиспользованную в животноводстве солому следует вносить в первую очередь в почву для пополнения содержания гумуса. Из 1 т соломы в почве может образоваться около 250 кг гумуса. Внесение органических остатков значительно уменьшает темпы сокращения гумусности почв. С каждой тонной запаханной соломы в почву поступает более 20 кг/га питательных веществ, в том числе 6-7 кг/га азота. Кроме того, почвенные бактерии, используя запаханную солому в качестве источника энергии, дополнительно к этому повысят в почве содержание азота на такое же количество. В результате накопившегося от запахивания 5-6 т/га соломы азота хватит на образование 3-4 т/га зерна пшеницы или ячменя.

Некоторые землепользователи считают измельчение соломы при уборке урожая зерновых нерациональными затратами и часто предпочитают сжигать послеуборочные остатки. Но такое суждение необъективно. Даже исходя из стоимости питательных веществ в минеральных удобрениях, расходов на их доставку и внесение в почву, стоимость пи-

тательных веществ, содержащихся в побочной продукции зерновых на площади 600-700 га, равна цене зернового комбайна с измельчителем.

В связи с планами использования соломы на производство жидкого биотоплива требуется найти альтернативные ресурсы органических веществ для восстановления плодородия почв. Данное противоречие интересов земледелия и оздоровления экологической ситуации в крупных городах с успехом может быть разрешено посевом сидеральных культур, то есть культур, выращиваемых с целью внесения их надземной биомассы в качестве органического удобрения. Сидерацию следует считать дешёвым резервом поступления в почву органического вещества и средством для активной борьбы с водной эрозией почв, улучшения их структуры, общефизических и водных свойств.

Сидераты можно высевать в виде промежуточных культур (посевов после уборки основной культуры). В виде занятого пара перед посевом озимых зерновых сидераты также экономически и энергетически эффективны, особенно на отдалённых от животноводческих комплексов полях (таблица).

Таблица

Сравнительная эффективность влияния чистого пара на урожай озимой пшеницы на чернозёмах Курской области

| Вид пара              | Урожай зерна, ц/га* | Прибавка урожая зерна, ц/га | Затраты антропогенной энергии на органические удобрения, МДж |                              |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|
|                       |                     |                             | на 1 га                                                      | на 1 ц прибавки урожая зерна |
| Чистый                | 43,8                | -                           | -                                                            | -                            |
| Чистый+30 т/га навоза | 50,7                | 6,9                         | 11758                                                        | 1704                         |
| Люпиновый             | 49,7                | 5,9                         | 3328                                                         | 564                          |
| Донниковый            | 48,9                | 5,1                         | 2282                                                         | 447                          |
| *Стифеев и др., 2002  |                     |                             |                                                              |                              |

В целом крупномасштабное изъятие соломы и пожнивных остатков из биологического круговорота в земледелии России в целом без компенсирующего посева сидератов поставит большие земельные территории перед лицом агроэкологической катастрофы, приведёт к резкому снижению урожайности всех культур.

Определённым выходом из сложившейся ситуации является повышение продуктивности и площадей посевов зерновых культур. Наши исследования показали так же, что с увеличением урожайности соломы существенно снижаются затраты технической энергии как на подбор соломы с поля, так и на вывоз её тюков к местам штабелевания.

По данным (Панцхава и др., 2008), современное растениеводство России имеет в целом около 150 млн. т органических отходов, которые (как считают авторы) можно использовать для производства биотоплива. Однако, по нашему мнению, эта органика в настоящее время в первую очередь необходима для поддержания плодородия пахотных почв, являясь основным источником пополнения гумуса!

В то же время развёртывание сидерации на больших площадях пашни - задача перспективная и в условиях частной собственности на землю требует больших усилий по стимулированию со стороны государства. Поэтому в случае решения использовать солому зерновых культур для производства биотоплива должны проходить два параллельных взаимно связанных процесса: изъятие соломы из агроландшафтов в каждом хозяйственном предприятии должно пропорционально компенсироваться посевами сидеральных культур.

#### О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ НАКОПЛЕНИЯ ЭОЛОВО-ПОЧВЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В ЛЕСНЫХ КУЛЬТУРБИОГЕОЦЕНОЗАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ

*Горбань В.А.*

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,  
г. Днепропетровск, Украина, vadim\_gorban@yahoo.com

Последствиями пыльных бурь (интенсивной ветровой эрозии почвенного покрова), которыми в 2007 г. было охвачено 50 % территории степной зоны Украины (Зубец, 2008), являются разрушение с последующим выдуванием верхнего гумусового горизонта почв и отложение эолового материала. Наибольшими объемами эолово-почвенных отложений характеризуются полезащитные лесные культурбиогеоценозы степной зоны. Только в полезащитных лесополосах Днепропетровской области в результате пыльной бури 1969 г. отложилось 14,8 млн. м<sup>3</sup> продуктов ветровой эрозии (Ярмольська, 1971).

Процессы аккумуляции продуктов ветровой эрозии наиболее детально исследованы Г.Н. Высоцким (1962), который пришел к выводу, что при изменении характера растительного покрова в сторону большей шероховатости, при первом же уменьшении угла подветренно-

го склона происходит отложение взвешенных в струях воздуха почвенных частиц. При этом частицы сортируются по размеру: сначала выпадают более крупные и тяжелые, потом более мелкие. При резком изменении характера растительного покрова или рельефа образуются обильные отложения в одном месте – формируются земляные «сутробы». При постепенных переходах в рельефе эоловые отложения распределяются постепенно и на больших пространствах, не образуя больших скоплений. Наконец, на длинных подветренных склонах с более или менее равномерными углами падения, где скорость нижних струй воздуха остается относительно постоянной, происходит сдувание и отложение почвенных частиц одновременно.

Как показывают результаты полевых исследований, наиболее важными показателями, от которых зависит интенсивность процессов аккумуляции эолово-почвенного материала в лесных культурбиогеноценозах степной зоны Украины, являются направление и скорость господствующих ветров, а также ветропроницаемость полезащитных насаждений, которая зависит от плотности и архитектуры крон древостоя (по А. Л. Бельгарду, 1955). В зависимости от архитектуры крон древесные породы делят на: ажурнокронные (гледичия, тамарикс и др.), полужурнокронные (белая акация, ясень, сосна обыкновенная и др.), полуплотнокронные (сосна крымская, каркас и др.) и плотнокронные (дуб, липа, клены и др.).

На территории степной зоны Украины главной причиной возникновения пыльных бурь являются безлесье (Бельгард, 1971) и сильные восточные ветры, поэтому наиболее интенсивное отложение эолово-почвенного материала происходит в восточной части лесонасаждения, которое расположено перпендикулярно по отношению к действию преобладающих ветров. В центральной и западной части насаждения также происходит аккумуляция эолового материала, но со значительно меньшей интенсивностью. Незначительной интенсивностью процессов отложения характеризуются насаждения, ориентированные параллельно или под углом к действию господствующих ветров. От скорости ветра зависит глубина проникновения воздушного потока со взвешенными почвенными частицами вглубь насаждения.

Рассмотрим особенности накопления эолово-почвенного материала в лесных культурбиогеноценозах степной зоны Украины, ориентированных перпендикулярно действию восточных ветров.

Результаты исследований показывают, что наибольшие скопления эолового материала обнаруживаются в плотных насаждениях, представленных плотнокронными насаждениями. Полезащитное насаждение в условиях Присамарья Днепропетровского (Новомосковский р-н Днепропетровской обл., пробная площадь № 203 второго генерального монито-

рингового профиля Присамарского биогеоэкологического стационара им. О.Л. Бельгарда Комплексной экспедиции Днепропетровского национального университета им. О. Гончара по исследованию лесов степной зоны), в древостое которого доминируют плотнокронные дуб обыкновенный (*Quercus robur* L.) и клен татарский (*Acer tataricum* L.), характеризуется значительными объемами золово-почвенных отложений, мощность которых с восточной стороны насаждения достигает 90 см, с западной – около 13 см.

Исследования полезащитного лесного насаждения в буферной зоне Биосферного заповедника «Аскания-Нова» (Чаплинский р-н Херсонской обл.), которое представлено однорядным, значительно разреженным древостоем дуба обыкновенного, возраста 30–40 лет, в угнетенном состоянии, показали накопление золово-почвенного материала с максимальной мощностью 30 см. Данный лесной культурбиогеоценоз характеризуется значительной ветропроницаемостью, несмотря на то, что представлен плотнокронным древостоем из дуба.

При исследовании акациевого насаждения (Бердянский р-н Запорожской обл.), представленного полуажурнокронным древостоем, было установлено наличие золово-почвенного материала с максимальной мощностью 20 см. Отложение золового материала в данном случае связано с достаточно высокой плотностью древостоя исследуемого насаждения и меланизированным световым состоянием (Иванько, 2008). Результаты исследований позволяют сделать выводы о существовании прямой связи между мощностью золово-почвенных отложений в лесных культурбиогеоценозах степной зоны Украины с одной стороны, и направлением и скоростью господствующих ветров, а также ветропроницаемостью насаждения и его ориентаций в пространстве с другой. Наибольшими объемами золово-почвенного материала характеризуются лесные культурбиогеоценозы, расположенные перпендикулярно действию восточных ветров, древостой которых представлен плотнокронными породами и отличается повышенной плотностью. Изменение угла расположения насаждения относительно действия ветров, доминирование в древостое ажурнокронных и полуажурнокронных пород, а также снижение плотности насаждения приводит к уменьшению интенсивности проявления процессов аккумуляции золово-почвенного материала. Максимальная мощность аккумулярованного золового материала наблюдается с восточной стороны насаждения, центральная часть и западная сторона насаждения отличаются наличием золового материала меньшей мощности.

## ОРГАНИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ФОРМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИ

*Григорьян Б.Р., Николаева Т.Г., Сунгатуллина Л.М.*

ГБУ Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия, nikolaeva\_tg@mail.ru

Сохранение плодородия почвы, биоразнообразия, решение проблем деградации природных и агроэкосистем при хозяйственной деятельности требует комплексного решения. Формирование экологически организованных агроэкосистем должно отвечать требованиям сестайнинга, что означает приближение к экологическому равновесию за счет обеспечения максимальной замкнутости циклов вещества, минимизации количества антропогенной энергии, повышения биологического разнообразия и потенциальной способности компонентов агроэкосистем к созданию полезных симбиотических связей. Принципам сестайнинга удовлетворяет органическое земледелие, успешно развивающееся в США и странах ЕС последние 30 лет. Целью органического земледелия (EU Council Regulation №834/2007, 889/2008) является: создание устойчивых агроэкосистем; поддержание и восстановление почвенного плодородия, сохранение водных ресурсов, растительного и животного мира; поддержание высокого уровня биоразнообразия; производство качественной продукции с помощью технологий (без использования пестицидов, минеральных удобрений, ГМО и методов ионизирующего излучения), не наносящих вреда окружающей среде и здоровью человека.

Согласно новым постановлениям ЕС №834/2007, 889/2008, отменяющим предыдущее постановление №2092/91 и ужесточающим требования, предъявляемые к производителю органической продукции, при органическом земледелии необходимо применять обработку почвы, которая способствует поддержанию и увеличению почвенного плодородия и биоразнообразия, биологической активности почвы, а также предотвращает эрозию и уплотнение почвы. Для этого, как отмечено в Постановлениях ЕС, необходимо включать в технологию земледелия севообороты с большой долей многолетних трав и бобовых культур, сидеральные пары, компосты органического происхождения. С целью борьбы с вредителями предполагается выращивание местных, более устойчивых сортов растений. Такой подход способствует повышению культуры сельскохозяйственного производства, его экологизации, внедрению прогрессивных ресурсосберегающих технологий.

Основы сберегающего земледелия заложены известными учеными-почвоведом и земледельцами: Докучаевым В.В., Мальцевым Т.С., Овсинским И.Е., Фокиным В.В., Фолкнером Э., Фукуока М., Шиколой Н.К. и др. Основываясь на результатах их работы, считаем, что из

существующих в настоящее время способов обработки почвы наиболее приемлемыми в органическом сельском хозяйстве являются безотвальные: минимальная (mini-till), поверхностная и нулевая (no-till). Во всем мире около 400 млн. га обрабатывается по технологиям сберегающего земледелия. Лидерами по внедрению ресурсосберегающих технологий являются США, Канада, Австралия, Аргентина и Европейский Союз. Под нулевыми технологиями в мире занято около 100 млн. га. В России статистика применения технологии no-till не ведется, но, по приблизительным данным, под прямым посевом в России занято около 1 млн. га земли. Органическое сельское хозяйство практикуется почти в 140 странах мира. В конце 2008 г. в мире насчитывалось более 35 млн. га органических сельскохозяйственных угодий. Лидерами по общей площади органических земель являются Австралия (12,3 млн га), Китай (2,3), Аргентина (2,2), США (1,9), Италия (1,1), Уругвай (0,93), Испания (0,93), Бразилия (0,88), Германия (0,83), Великобритания (0,6).

Биоразнообразие и почвенное плодородие являются основой устойчивого функционирования органического сельского хозяйства. Результаты проведенных 21-летних полевых исследований швейцарского Научно-исследовательского института органического сельского хозяйства (FiBL) показали, что в органических хозяйствах повышается биологическая активность микроорганизмов, возрастает численность и биоразнообразие педобионтов: в органических агроэкосистемах, по сравнению с традиционными, биомасса дождевых червей выше на 30-40%, а их плотность на единицу площади – на 50-80%. В органических хозяйствах на 100% больше жужелиц, 60-70% больше жуков-стафилинид, на 70-120% – пауков, общая биомасса почвенных микроорганизмов больше на 20-40%, более разнообразен растительный мир (FiBL, 2000). Тесная взаимосвязь между органическим сельским хозяйством и биоразнообразием отражена в важных международных нормах и соглашениях: Виньоловской Декларации и Плате действий, принятых Международной Федерацией движения за органическое земледелие, Всемирным Союзом охраны природы и Всемирным Фондом дикой природы; руководящих принципах ФАО/ВОЗ «Кодекс Алиментариус»; Конвенции о биологическом разнообразии; Девятой сессии Комиссии по генетическим ресурсам и др.

В России существуют многие предпосылки для развития данного вида сельскохозяйственного землепользования, но, тем не менее, органическое земледелие развивается медленными темпами (всего 0,003% сертифицированных органических земель). Одним из основных сдерживающих факторов является недостаточно разработанная законодательно-нормативная база, а также противоречивые мнения по поводу каче-

ства и урожайности возделываемых органических сельскохозяйственных культур.

В 2009 г. нами проведена оценка качества зерна потенциальных производителей органической продукции Приволжского федерального округа (Самарская и Пензенская области, Чувашская Республика), а также изучено состояние почв при адаптивно-ландшафтной системе земледелия, внедренной в одном из хозяйств. В результате установили, содержание гумуса в пахотном слое (3-15 см) серых лесных почв составило от 3,35% на поле с обычной системой земледелия до 5,24% в пахотном слое (0-16 см) на поле с контурно-мелиоративной организацией территории. Величина pH водной вытяжки соответствует оптимальным значениям почвенного раствора: от слабокислой (6,44) до нейтральной (7,17) реакции. По данным агрохимических исследований, содержание подвижных форм фосфора и калия в пахотном слое почвы – в пределах средних и высоких значений.

Выяснили, что 71% из обследованных проб пшеницы составляет пшеница 3 класса продовольственной кондиции при средней урожайности 26-28 ц/га. В то время как основная часть продовольственной пшеницы урожая 2009 г. в России составила пшеница 4 класса качества (39,1%). В последние годы эксперты отмечают ухудшение хлебопекарных свойств зерна пшеницы: уменьшается содержание клейковины и белка в зерне. По данным ФГУ «Россельхозцентр» наивысшее средневзвешенное содержание клейковины среди рассмотренных 39 регионов России в 2009 г. отмечено в Приволжском федеральном округе (26,6%). Результаты наших испытаний показали, что содержание клейковины находится в пределах 24,0-27,0%, при этом качество клейковины колеблется в пределах 65-85 ед. (I-II группа) прибора ИДК, по России – 55-100 ед. Массовая доля белка в зерне пшеницы рассмотренных проб составляет 10,37-15,86%, по России – от 10,17% до 18,72%.

Отобранные пробы зерна исследованы по составленному перечню параметров, определяющих экологическую безопасность органической зерновой продукции по отечественным и международным нормативам. Установили, что содержание As, Hg, радионуклидов (Sr-90, Cs-137), хлорорганических пестицидов (гексахлорциклогексан ( $\alpha, \beta, \gamma$ -изомеры), ДДТ и его метаболиты, гексахлорбензол), микотоксинов (афлатоксин В1, дезоксиниваленон (вомитоксин), зеараленон, Т-2 токсин), бенз(а)пирена, N-нитрозаминов (сумма НДМА и НДЭА) соответствует нижним пределам измерения приборов. Ртутьорганические пестициды, 2,4-Д кислота, ее соли и эфиры в изученных пробах не обнаружены. Генетически модифицированная ДНК не выявлена. Содержание свинца и кадмия не превышает ПДК и составляет в среднем: 0,25 ПДК для Pb и 0,24 ПДК для Cd.

Таким образом, внедрение в России системы органического земледелия позволит сохранить почвенно-биотический комплекс, биоразнообразие растительного и животного мира, обеспечить народонаселение качественной и экологически безопасной продукцией.

ТЕРРИТОРИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СОРТОИСПЫТАТЕЛЬНЫХ  
УЧАСТКОВ КАК МОДЕЛЬ ПУНКТОВ МОНИТОРИНГА ПОЧВ  
ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Григорьян Б.Р. Сахабиев И.А.*

Казанский государственный университет, г. Казань, Россия,  
ilnassoil@yandex.ru

Мониторинг природной среды подразумевает разработку научно-обоснованной программы и системы наблюдений за многокомпонентной совокупностью природных явлений, подверженных естественным изменениям и испытывающих многофункциональное антропогенное воздействие. Создание научно-обоснованной системы мониторинга состояния почв является на данном этапе одной из актуальнейших проблем. На сегодняшний день одной из главных труднейших задач для целей осуществления качественного почвенного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения является выявление и обоснование так называемой точки отсчета, репера, относительно которого в дальнейшем мог бы осуществляться мониторинг.

В качестве такой точки отсчета, «нулевого момента» нами предлагаются территории Государственных сортоиспытательных участков (ГСУ). ГСУ имеют преимущество перед остальными полигонными участками, так как они предоставляют возможность охватить практически весь спектр главнейших типов почв, используемых в сельском хозяйстве. Следует отметить, что при организации сети ГСУ был положен принцип распределения их на типичных участках агроландшафта с почвами, максимально пригодными для ведения сельского хозяйства с учетом специфики хозяйств и зонального распространения почв. Это доказывает, что территории ГСУ являются наиболее подходящим объектом для реализации на них стационарного мониторинга качества земель, так как одним из требований образования полигонных участков является типичность ландшафта.

Выбор территорий ГСУ также обуславливает то, что на данных участках предоставляется возможность определения и слежения за показателями долгосрочного изменения почв, что на сегодняшний день

является наиболее трудным, по сравнению с мониторингом показателей краткосрочных или сезонных изменений.

На сегодняшний день огромный массив данных полевых и лабораторных исследований почв, в основном, накапливается и хранится на бумажных носителях, что затрудняет их поиск, статистическую обработку, а иногда и вовсе приводит к утере. Вследствие чего, они являются разрозненными, трудно сопоставимыми друг с другом и практически не используются в дальнейшем для целей выявления динамики качественного состояния почвенного покрова территорий сельскохозяйственного назначения, что существенно снижает их информативность.

На данный момент для ведения мониторинга требуется информация о первоначальном состоянии почв, испытывающих антропогенное воздействие. На территориях ГСУ, начиная с 1935 г. (момент их основания) до 1990 г, был осуществлен комплекс исследований, оставивший после себя огромный массив данных, основываясь на которые возможно восстановить естественное состояние почв, что, несомненно, является еще одним положительным фактором в пользу выбора данного объекта для целей мониторинга.

Реализован первый этап изучения ГСУ в качестве объекта мониторинга качества земель. Этот этап представляет собой создание базы данных почвенных обследований ГСУ. База данных создана в среде СУБД Microsoft Access, входящей в пакет Office. Выбор этого приложения объясняется его доступностью, простотой его установки, использования и администрирования. В основе базы данных лежит концептуальная информационно-ресурсная модель разрозненных, абстрагированных данных, которые представлены в виде следующей иерархической цепочки: ПОЧВА – ПРОФИЛЬ – ГОРИЗОНТ – ОБРАЗЕЦ. Структуру модели составляют иерархично упорядоченные двумерные таблицы, связанные друг с другом посредством кодов-связок.

На данном этапе ГСУ представляют собой наиболее обследованные территории, причем с основными типами почв, встречающимся в республике. Многолетний накопленный массив полевых и лабораторных данных (1935-1990 гг), реализованный в базе позволит проследить в хронологическом режиме тренд химических, физических, морфологических показателей почв, на основании чего предполагается создать систему стационарных пунктов мониторинга и контроля качественного состояния земель сельскохозяйственного назначения Республики Татарстан. База данных представляет собой модель реляционного типа и предназначена для сжатия, упорядочивания, хранения, обработки и анализа как новой, только поступившей информации, так и многочисленного фактографического материала. Таблицы имеют взаимосвязь друг с другом, в большинстве реализованную посредством связей один-ко-

многим. Интерфейс базы данных организован с помощью составных форм, облегчающих ввод данных.

Начальная таблица содержит данные об административных районах республики. Основная таблица «Участок» включает информацию о хозяйстве обследования, а также данные географического, геологического, геоморфологического, ботанического, почвенного описания ГСУ. Связь между таблицей «Участок» с последующими таблицами, содержащими информацию о почвенных разрезах, осуществлена с помощью таблицы «Обследования», в которой отражены сроки обследования ГСУ. Таблица информации о почвах связывается с таблицей информации о почвенных горизонтах и с таблицей «Морфология», включающей информацию об изменениях мощности горизонтов. Таблица «Морфология», характеризующая морфологическое описание почвенных горизонтов, имеет связь с таблицей «Профиль», имеющей данные о почвенных горизонтах. Таблица «Морфология» связана с несколькими таблицами: «Химические показатели почв», «Данные гранулометрического анализа», «Данные структурно-агрегатного анализа», «Данные микроагрегатного анализа», «Водно-физические показатели почв», «Физические показатели почв». В отдельный блок выведена информация о площадных агрохимических измерениях почв.

Для быстрой обработки большого массива данных вся информация, представляющая почвенные характеристики имеет числовой тип данных. Это достигается путем создания так называемых словарей – полей со списком, которые включают в себя не изменяющиеся устоявшиеся данные, данные ограниченного количества, данные, наиболее часто используемые пользователем. Поля со списком позволяют преобразовывать текстовые данные в данные числового характера, работа с которыми намного легче и производительнее. Использование словарей также позволяет облегчить ввод информации и исключает ввод неверной, недостоверной, ошибочной информации, что играет важную роль в процессе правильного использования базы данных и функционирования самой модели.

В настоящее время разработаны состав, структура, схема связи, система ввода информации и система запросов пользователя. В дальнейшем с помощью базы планируется произвести полноценную статистическую обработку данных, на основании чего предполагается проследить изменение состояния почв ГСУ во времени, разработать систему основных показателей, характеризующих непосредственное актуальное изменение почв.

СКРИНИНГОВАЯ ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ СОСТОЯНИЯ  
ПОЧВ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ПОВОЛЖЬЯ  
*Гусакова Н. Н., Калмыков С.И., Андриянова Ю.М., Дмитриева Г.А.,  
Голубева Е.А., Леонтьев Ю.Г.*  
ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова», Саратов,  
Россия, sintetik@sgau.ru

Для объективной проверки эффективности ведения сельскохозяйственного производства, а также проведения оценки земель актуально экологическое нормирование, сертификация и паспортизация почв.

В настоящей работе обобщены результаты скрининговой оценки изменения состояния почв некоторых районов степной зоны Поволжья, а именно Татищевского, Пугачевского, Базарно-Карабулакского районов Саратовской области и Котовского района Волгоградской области за 2004-2010 годы.

Обследование территорий проводили согласно «Методическим указаниям по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения» с использованием современных методов анализа – атомно-абсорбционной спектрометрии с пламенной атомизацией, спектрофотометрии, ионометрии, вольтамперометрии и других. Полученные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа с множественными сравнениями частных средних по тесту Дункана, а также корреляционному анализу программ статистического анализа «AGROS».

По результатам наших исследований установлено, что содержание гумуса в почвах изменяется от 2,4% до 5,7%, нитратного азота – колеблется от 9,6 до 28,0 мг/кг. Обеспеченность почв подвижным фосфором в основном средняя (9,5-22,7 мг/кг), обеспеченность обменным калием – достаточно высокая (258-576 мг/кг).

Анализ полученных результатов позволил провести распределение площадей сельскохозяйственного назначения изучаемых районов по группам обеспеченности основными питательными элементами, составлены план-схемы содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и нитрификационной способности почв. Полученные нами данные явились исходным материалом для составления рекомендаций по использованию удобрений и химических мелиорантов в некоторых районах Саратовской и Волгоградской областей.

Нами установлена динамика средневзвешенного содержания валовых форм ионов тяжелых металлов в изучаемых почвах. За исследуемый период наблюдается увеличение содержания ионов свинца от 6,7 до 27,11 мг/кг, ионов цинка от 0,65 до 1,3 мг/кг, ионов никеля от 11,3 до 29,6 мг/кг, ионов кадмия от 0,11 до 0,38 мг/кг.

Сравнение полученных нами данных с показателями, приведенными в литературе прошлых лет, показало, что за последнее десятилетие содержание подвижных форм свинца в почвах возросло с 0,24 мг/кг (в 1995 г.) до 10,4 – 11,1 мг/кг почвы (в 2006-2010 г.).

Кроме того, нами изучено изменение содержания подвижных форм свинца в почвах сельскохозяйственных угодий, находящихся вблизи автострад федерального значения. Показано, что на расстоянии 10-30 м от автодорожного полотна содержание свинца в почве при высокой транспортной нагрузке превышает ПДК в 2-6 раз (Татищевский, Пугачевский, Котовский районы), только на расстоянии более 50-70 м содержание токсиканта приближается к значению ПДК в почве. Полученные данные будут использованы для разработки мероприятий по снижению рекреационных, технических и других антропогенных нагрузок на почвы, а также оптимизации сельскохозяйственного землепользования.

#### ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ – ЗАЛОГ СОХРАНЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ И УЛУЧШЕНИЯ ИХ ПЛОДОРОДИЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

*Демиденко В.Г.*

Черкасский областной государственный проектно-технологический  
центр охраны плодородия почв, г. Смела, Украина,  
himcentr@ck.ukrtel.net

Поддержание важнейших производственных и экологических функций почвы – одно из условий жизни на земле. Почве принадлежит ключевая роль в превращении и перемещении веществ и химической энергии, регулировании газового и водного режимов, обеспечении растений всем необходимым для произростания и формирования урожая.

Вследствие аграрных реформ в Украине около 9 млн. граждан, большинство из которых не имели ни опыта, ни агрономических знаний, ни желания их приобрести, получили в частную собственность 25 млн. га плодородных земель – основного источника благосостояния государства. Финансирование программ для повышения плодородия почв практически было приостановлено, научного сопровождения реформам в плане решения задач рационального использования почв и защиты их от деградации также не было. Основные потери плодородия связаны с усилением эрозийных процессов, нарушением структуры севооборотов, увеличением дефицита баланса гумуса и элементов питания, снижением микробиологической активности, повышением кислот-

ности и плотности сложения почв, в целом снижением экологической устойчивости агроценозов.

В Черкасской области (центральная часть Лесостепи Украины) сельскохозяйственные угодья занимают 1451,3 тыс. га, в структуре которых 87,6 % пахотных земель. Площадь эродированной пашни составляет 306,6 тыс. га или 26 % от ее общего количества, а в Корсунь-Шевченковском, Городищенском, Лысянском и Смелянском районах соответственно - 54,2, 47,3, 44,6 и 44,3 %. В среднем за год смывается до 15 т/га почвы, а общие потери гумуса, вследствие водной эрозии, со всей площади достигают 500 тыс. тонн (П.Г. Копытко, О.Н. Гаркиял, Н.В. Недвига, 2002).

Экологическое состояние агроландшафтов формируется под влиянием соотношения пашни, лесных массивов, лугов, пастбищ и водных территорий. В Черкасской области площадь экологостабилизирующих угодий меньше оптимальной в 4,5 раза.

В 2000 г. Украинской академией аграрных наук совместно с Минагрополитики Украины было принято решение за № 26/33 «О первоочередных мерах усовершенствования землепользования», согласно которому предлагалось 8,6 млн. га пахотных земель трансформировать под луга и пастбища и расширить лесные угодья с тем, чтобы к 2015 году площадь пашни сократить на 20,6 %. Однако финансовых ресурсов для его осуществления не выделено. Поэтому структура сельскохозяйственных угодий практически не изменилась. Освоение одного гектара пастбищ в ценах 2010 г. обойдется более чем в 500 долларов США. Однако, эксплуатация малопродуктивных земель убыточная.

Вопросам повышения экологической устойчивости агроландшафтов, сохранения плодородия почв и эффективного использования земельных ресурсов Украины уделено внимание в принятых законодательных актах и нормативных документах, таких как: «Об охране природной среды», «Земельный Кодекс Украины», «О мелиорации земель», «Об охране земель», «О государственном контроле за использованием и охраной земель», «О землеустройстве», «О принципах государственной аграрной политики на период до 2015 года», «Об утверждении Порядка осуществления природно-хозяйственного, экологического, противоэрозийного и других видов районирования земель», «О порядке консервации земель», «Об утверждении перечня особо ценных групп почв». В феврале 2010 года утверждены нормативы оптимального соотношения культур в севооборотах разных регионов Украины. Однако их недостаточно для решения проблемы повышения плодородия почв, задач национальной безопасности и выведения аграрного сектора экономики на европейский уровень. С целью системного решения этой проблемы, а также повышения продуктивности агроэкосистем необходимо:

- принять «Национальную Программу охраны и повышения плодородия почв» с выделением бюджетного финансирования на ее внедрение;
- принять Законы Украины «О почвах», «О государственном земельном кадастре», «О государственном земельном банке», «О рынке земель», «О нормативах оптимального соотношения земельных угодий»;
- с целью контроля состояния почв, применения научно-обоснованных севооборотов, почвозащитных систем земледелия, удобрений и других средств повышения плодородия ввести «Агроэкологический паспорт сельскохозяйственного предприятия»;
- в ныне утвержденном «Эколого-агрохимическом паспорте поля» расширить информацию о биологических и агрофизических параметрах состояния почвы;
- с целью получения более точной информации о современном состоянии почв и разработки методов улучшения ее плодородия провести новое (после 1957-1961 гг.) исследование почвенного покрова с использованием геоинформационных технологий, новых данных о генезисе почв, современных методов исследования ее агрохимических, агрофизических и биологических параметров;
- укомплектовать ныне существующие региональные центры «Облгосплодородие» современным лабораторным оборудованием и приборами;
- принять «Национальную программу развития органического агропроизводства» как наиболее отвечающую решению проблемы экологической оптимизации землепользования;
- поднять уровень знаний в обществе об экологии и рациональном использовании природных ресурсов путем введения в школьные программы предмета «Почвоведение», организации научно-образовательных программ на радио и телевидении, более широкого освещения этих вопросов в средствах печати.

В условиях Центральной Лесостепи Украины при решении задачи повышения экологической устойчивости агроландшафтов и эффективного использования почвенных ресурсов необходимо остановить эрозийные процессы, ликвидировать дефицит баланса гумуса и элементов питания, оптимизировать кислотность почвенного раствора, максимально задействовать элементы биологизации земледелия (расширить посевы бобовых культур и многолетних трав, в качестве органических удобрений максимально использовать нетоварную часть урожая и посев сидеральных культур, применять бактериальные удобрения). Освоение почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории в наибольшей степени решает

проблемы защиты почв от эрозии, повышения их плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов. В ней предусмотрены элементы оптимизации структуры посевов, использование почвозащитных технологий обработки земель, консервация сильно- и среднеэродированных почв, выращивание многолетних бобовых трав.

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Зотов В.А., Горленко А.С., Яковлев А.С.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, Arkont-87@yandex.ru

Анализ результатов государственного земельного контроля показывает, что практически для всех регионов Российской Федерации характерно устойчивое увеличение площадей нарушенных земель, нуждающихся в рекультивации. По состоянию на начало 2008 г. площадь нарушенных земель составила 1145 тыс. га (Государственный доклад., 2008). Перспективным направлением в решении этой проблемы является использование для рекультивации малоопасных отходов. Особенно целесообразно применение осадков сточных вод (ОСВ).

ОСВ представляют собой отдельный вид отходов, образование которого составляет значительную часть от общего количества отходов производства и потребления. В России, например, количество образующегося ОСВ оценивается приблизительно в 2,5 млн. тонн в пересчете на сухое вещество (Пахненко, 2007). Анализ мирового опыта в обращении с ОСВ показывает, что в развитых странах наблюдается устойчивая тенденция к росту использования этого вида отходов в качестве вторичного ресурса (в некоторых странах используется до 90% ОСВ). Имеется обширный опыт применения ОСВ и в целях рекультивации техногенно нарушенных ландшафтов. Целесообразность использования осадков сточных вод подтверждается рядом работ российских и зарубежных ученых. ОСВ являются ценным органическим удобрением: они содержат значительное количество гумусоподобного органического вещества (до 70 - 75%) и зольных элементов (фосфор, калий и др.), благодаря чему, по влиянию на качество почвы осадки сточных вод не уступают многим традиционным видам органических и органоминеральных удобрений. Установлено, что степень позитивного влияния ОСВ на свойства почв положительно коррелирует с величиной дозы их внесения.

Такие свойства определяют перспективность использования осадков и в качестве материала для технической рекультивации территорий, нарушенных различными видами техногенного воздействия. Это направление утилизации осадков является весьма актуальным с точки зрения решения эколого-экономических задач.

Вариант рекультивации с применением механически обезвоженного осадка сточных вод Московских станций аэрации оправдал себя при проведении рекультивации Игнатьевского участка Егорьевского карьера, расположенного в Воскресенском районе Московской области в 2006 году. Образование карьера связано с разработкой фосфоритного месторождения в районе деревни Осташово, которая продолжалась вплоть до 1995 года. К окончанию разработки месторождения поверхность карьера оказалась покрыта слоем отработанной фосфоритной породы. Часть отработанных карьерных выемок была рекультивирована в 2007 году с использованием ОСВ (перекрыта слоем осадка мощностью в 1-3 метра). Изучение этого объекта представляет существенный научный интерес, как пример длительного накопления и трансформации ОСВ и развития на них первичных сукцессий.

В тоже время необходимо отметить, что наряду с достоинствами ОСВ следует учитывать потенциальную опасность их применения, связанную с их неблагоприятными физическими свойствами и возможным наличием в их составе различных токсичных компонентов. Учитывая это необходим строгий контроль содержания в осадках сточных вод загрязняющих веществ.

Существует нормативная база по применению ОСВ и компостов на их основе для использования в качестве удобрения на землях сельскохозяйственного назначения. Основными нормативными документами, регламентирующими использование ОСВ, являются санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения», СП 1.2.1170-02 «Гигиенические требования к безопасности агрохимикатов», государственный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений». Эти документы регулируют применение ОСВ, основываясь на агрохимических показателях, допустимом валовом содержании тяжелых металлов и мышьяка и санитарно-паразитологическим показателям. Специальные нормативные документы, определяющие требования к утилизации осадков для технической рекультивации нарушенных земель отсутствуют. Не существует законченной теории экологического нормирования применения ОСВ. Возможность их использования в этом направлении решается в каждом конкретном случае органами и учреждениями государствен-

ных санитарно-эпидемиологической службы и службы наблюдения за состоянием окружающей природной среды на основании санитарно-гигиенических нормативов. Подобный подход имеет ряд существенных недостатков. Причины неэффективности законодательно закрепленных методов контроля экологического состояния и качества окружающей среды на основе санитарно-гигиенических нормативов в отношении защиты природных экосистем состоят в следующем:

- санитарные нормы для разных условий использования отходов не различаются;
- многие биологические виды чувствительнее к действию токсикантов, чем человек;
- недоучет эффектов аккумуляции и транслокации загрязняющих веществ при разработке санитарных нормативов;
- не принимаются во внимание экологические функции почв.

Принимая во внимание, что при рекультивации территории дозы внесения ОСВ значительно выше, чем при их использовании в агропроизводстве, приобретает важное значение исследование этих отходов, как субстрата для почвообразования. В связи с этим целесообразно проводить изучение временной динамики формирования почвоподобных тел на ОСВ, определение химических, биологических и физических свойств почвоподобных тел, сформированных на субстрате ОСВ, выявление ведущих почвенных процессов и характера биохимического круговорота биогенных элементов при начальном почвообразовании на ОСВ. Важна характеристика сформировавшихся на осадках сточных вод почв, с точки зрения возможности выполнения ими биосферных функций почвы.

Учитывая всё вышеизложенное, актуальной задачей является создание и постоянное развитие на основании комплексных научных агроэкологических и микробиологических исследований нормативно-правовой базы экологической направленности, регламентирующей особенности применения обезвоженных ОСВ в сфере землепользования на землях лесного фонда, поселений, землях промышленности, с точки зрения их безопасности для природных сред.

Список литературы:

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2007 году.
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 17.5.3.04-83 «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель» (утв. постановлением Госстандарта СССР от 30 марта 1983 г. N 1521).
3. СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения».
4. СП 1.2.1170-02 «Гигиенические требования к безопасности агрохимикатов».

5. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений».
6. Пахненко Е.П. «Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения» / М.: БИНОМ, 2007.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОДХОДА В ИЗУЧЕНИИ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ, ОСЛОЖНЕННЫХ ПАЛЕОКРИОГЕНЕЗОМ

*Козлова А.А.*

Иркутский государственный университет, Россия, allak2008@mail.ru

В естественнонаучном смысле функционирование почв в биогеоценозе понимается как совокупность взаимосвязанных процессов перемещения и трансформации вещества и энергии, обеспечивающих устойчивое развитие наземных экосистем. Сезонные изменения температуры и влажности почвы определяют динамику ее биологической активности. Сезонной динамике подвержен состав почвенных растворов и характер миграции вещества в профиле почв и ландшафте (Добровольский, 2005).

Для почвенного покрова юга Предбайкалья характерна неоднородность, связанная с проявлениями палеокриогенеза в виде бугристо-западных форм микрорельефа, который представляет собой чередование бугров и западин округлой и овальной формы. Начало его образования относят к позднему плейстоцену (Величко, 1973), когда при резком похолодании климата шло формирование полигональных структур, разбитых трещинами, заполненными жильным льдом. При потеплении климата, в результате вытаивания мерзлоты на месте полигонов образовались бугры, а на месте трещин – западины. Почвообразовательный процесс, развивающийся на каждой из структур, различается по серии параметров, и, прежде всего, пространственно-временной организации почвенного покрова, что обеспечивает биогеоценологическую пестроту и проявляется в сезонной динамике почвенных свойств: температуры, влажности, актуальной кислотности и нитратов.

Объектами исследования стали дерновые лесные почвы и черноземы Южного Предбайкалья, находящиеся в естественном и освоенном состоянии. Комплекс лесного ландшафта представлен дерновой лесной почвой со вторым гумусовым горизонтом в западине и дерновой лесной бескарбонатной на бугре. Почвенная комбинация степного участка состоит из чернозема выщелоченного мощного многогумусного в западине и чернозема выщелоченного маломощного малогумусного на

бугре. Комбинации освоенных ландшафтов состоят из агрогенно-преобразованных почв соответствующих типов.

Наиболее существенные колебания температуры, влажности, актуальной кислотности и нитратного азота в течение вегетационного периода происходили в верхнем корнеобитаемом слое почвы. Особенно контрастно они проявились в черноземах и пашнях, поскольку это почвы открытых ландшафтов ем. Самая высокая температура в корнеобитаемом горизонте черноземов и на пашне была достигнута в июле. На поверхности бугра она составила  $30^{\circ}$ , в западине ее значения были на  $5^{\circ}$  ниже, чем на бугре. В дерновых лесных почвах также максимально высокая температура на поверхности почвы, как и воздуха, наблюдалась в июле. В летние месяцы почва значительно прогревается и средняя температура на ее поверхности достигает  $18-20^{\circ}$ , что на  $3-5^{\circ}$  превышает температуру воздуха. Известно, что лес, помимо своей экранирующей роли от солнечной радиации, посредством транспирации дополнительно охлаждает почвы летом (Чигир, 1974), поэтому в летне-осенний период почвы под лесом оказались прохладнее, чем в степи. Выявилась общая закономерность для исследуемых почв обоих ландшафтов: в весенне-летний период более теплой была почва бугра, а в августе-сентябре – западины. Температурный режим пахотных и целинных почв существенно различается (Колесниченко, 1965; Саввинов, 1976). Во-первых, поверхностные слои в пахотной почве нагреваются более интенсивно, чем в целинной, особенно лесной почве. Во-вторых, на открытой местности, благодаря раннему сходу снежного покрова, положительные температуры в почве устанавливаются раньше, чем на целине. В холодное время целинная почва охлаждается значительно меньше, чем на пашне. Летом, наоборот, пахотные почвы существенно теплее целинных. При распаивании показатели температуры между бугром и западиной, за счет нивелирования поверхности, в обоих ландшафтах сближаются.

Специфика термического режима оказывает большое влияние на водный режим почв. Распределение влаги в почвах, развитых в условиях бугристо-западинного рельефа, имеет пространственную неоднородность и зависит от местоположения. Степень увлажнения, расположенные на расстоянии 10-20 м друг от друга, бугров и западин может резко различаться. Разница в увлажненности между почвой бугра и западины за период наблюдений в лесном ландшафте составила 20 %, в степном - более 50 %. С режимом влажности тесно связана миграция веществ в почвенном профиле, которая осуществляется главным образом в растворенном или во взвешенном состоянии. За период наблюдений установлено, что на буграх, как в степи, так и в лесу, распределение влаги происходило от нижних горизонтов к верхним и связано с интен-

сивным испарением, транспирацией. Условия для сквозного промачивания и вымывания легкорастворимых солей за пределы почвенного профиля появляются непродолжительное время в конце лета, что способствует формированию непромывного типа водного режима. В западинах наряду с испарением и транспирацией присутствует внутрипочвенный сток, в результате чего здесь активно идут процессы выщелачивания легкорастворимых солей за пределы профиля. При распахивании разница в увлажненности между бугром и западиной становится менее заметной. Установлено, что распахивание и нивелирование поверхности приводит к сближению значений температуры и влажности на микропонижении и микроповышении при сохранении общей закономерности: в западине влажнее и холоднее, чем на бугре.

Наблюдения за сезонными изменениями актуальной кислотности показали, что они синхронны изменению температуры и влажности воздуха и почв. Так, весной дерновые лесные почвы были слабокислыми. Летом в период активных биохимических реакций и корневых выделений происходило подкисление почвенного профиля. Древостой также может активно участвовать в повышении кислотности почвенного раствора (Davies, 1971), к сентябрю показатель pH достигал нейтральных значений, причем почва понижения (разрез 3) оказалась кислее почвы повышения (разрез 4). В черноземе на бугре в течение сезона прослеживалось постепенное уменьшение кислотности от весны к осени до слабощелочных значений. В западине реакция среды весной была слабокислой. В летний период показатель pH достигал нейтральных значений, к осени он вновь снижался до слабокислых величин, при этом в понижении (разрез 7) почва была кислее, чем на повышении (разрез 8). На пашне наблюдалось заметное подщелачивание почвы на 1-1,5 значения pH, особенно на бугре. В целом, реакция среды на пашне достигала слабощелочных значений в течение всего периода наблюдений, а различия между бугром и западиной проявились резче, чем на целине, в обоих ландшафтах.

Максимальное содержание нитратов в дерновых лесных почвах отмечено весной и приурочено к верхнему десятисантиметровому слою почвы. На бугре оно оказалось в 2 раза выше, чем в понижении, что согласуется с лучшей прогреваемостью почв повышений, их высокой микробиологической активностью, глубоким разложением гумуса. В остальной период наблюдений содержание нитратного азота было низким. Распределение нитратов по профилю черноземов было более равномерным, причем максимальное их количество было отмечено осенью. В весенне-летний период содержание нитратного азота было небольшим, особенно летом, в связи с поглощением его растительностью. Нитратов в разные сроки оказалось больше в пахотных почвах. Отчасти

это согласуется с более высокой температурой данных почв, способствующей активизации микробиологической деятельности.

В целом, исходя из полученных данных, становится ясным, что палеокриогенные явления в виде бугристо-западинных форм оказывают большое влияние на функционирование почв в экосистемах Южного Прибайкалья, определяя ряд химических и физических показателей почв, обнаруживая их значительную вариабельность. Поэтому учет неоднородности рельефа при сельскохозяйственном использовании значительно бы повысил плодородие земель и позволил бы более рационально использовать почвенные ресурсы региона.

#### ГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМ КИСЛОТНОСТИ И ИЗВЕСТКОВАНИЯ

*Накаряков А.В.*

Пермский университет, Пермь, Россия, nakaryakov@mail.ru

*Банк исходных эмпирических материалов* для настоящего сообщения формировался лично автором и под его руководством в 1971-2006 гг.

Он содержит данные анализа примерно 5 тысяч образцов в ходе выполнения заказов «Гипрозема» и примерно столько же образцов, проанализированных в ходе исследований по рекультивации земель (отработанных россыпей и выработанных торфяников), исследованию земель заказников (Троицкий и Предуралье) и заповедника «Басеги», окрестностей Перми.

Методики изучения почвенной кислотности использовались как стандартные для массовых анализов (рНс, ГК, ОК, S по Каппену), так и уточняющие, более подробные методики, больше используемые в академических исследованиях (ГК с ацетатом кальция и с многократной экстракцией ацетатом натрия и кальция, ОК с хлористым барием по Гедройцу, полный анализ состава ППК).

Важно, что оценки кислотных свойств почвы в грубых экстрактах и диффузатах искажают ситуацию по сравнению с природной. В природе в почве никогда не бывает столько влаги, как в применяемых вытяжках (но за сезон в пахотный горизонт поступает воды в несколько раз больше массы этого горизонта). Анализ в состоянии пасты ведёт к увеличению ошибки на границе объекта с датчиком измеряющего прибора.

Общая важная черта почвенной кислотности – высокая динамичность и контрастная пространственная неоднородность в объеме

почвы - на расстоянии в несколько см рН может меняться на 2-3 единицы, т.е. кислотность меняется в 100-1000 раз.

В практическом отношении кислотность остается главным ограничивающим фактором в аграрном секторе Пермской области и России (Гуренев, 1987, Мониторинг..., 1993). Программы известкования, осуществлявшиеся до начала 90-х годов, не обеспечили радикального решения проблемы. С началом реформ государственные работы по известкованию почв в Пермской области свернуты. В сохранившихся хозяйствах, даже наиболее крепких, собственных средств на известкование нет. Тем более нет их у частных земледельцев.

Почвы личных огородов не изучены, традиция их исследования, обычная в мире, в России отсутствует. Обследование не входило ни в планы Гипрозема, ни в планы Агрохимслужбы. Современные научные данные о свойствах почв, дающих основную часть «своих» картофеля, овощей, ягод и фруктов, практически отсутствуют.

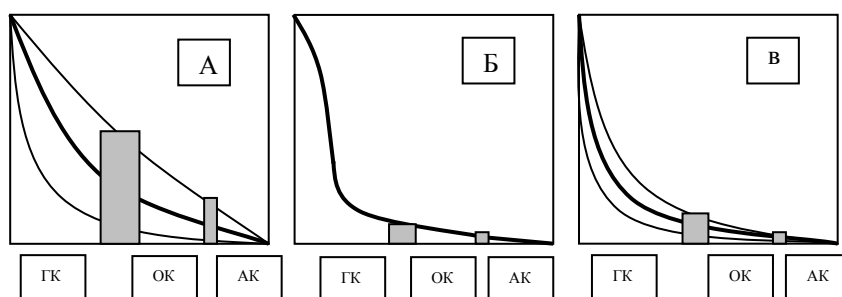
Ситуация неоптимальная, поскольку картофель, овощи, ягоды и фрукты представляют собой продукты «прямого потребления». У них в пищу идут вегетативные части, концентрирующие вредные вещества из почвы. Опасность токсического воздействия неблагоприятных свойств почвы на потребителя в этом случае существенно больше, чем, например, для зерновых. Семена защищены от проникновения биологически вредных веществ, например, тяжелых металлов и алюминия (Ильин, 1991).

Явление почвенной кислотности сложнее и шире химического понятия кислотности. Важно, что водород, вызывающий кислотность и натрий, вызывающий щелочность – катионы. Носителем отрицательных позиций в почвенных коллоидах выступает кислород силикатных минералов и органических веществ. Обменный водород проявляет себя как ацидоген лишь в паре с сильными анионами (хлором); натрий с хлором образует нейтральную соль, а щелочность генерирует лишь в паре со слабыми анионами (в почве с карбонатом и бикарбонатом). Общим является то, что во всех случаях система «почва-влага» в целом остается электронейтральной. Состояние кислотности или щелочности вредно для земледелия не только из-за химического влияния, но не меньше – из-за ухудшения физических свойств почвы и, соответственно, нарушения метаболизма в системе «почва-растение».

Специально рассмотренные нами случаи известкования в дозах для Апах более 3 ГК показали, что полная нейтрализация не достигается, рНс не поднимается выше 6,5, но происходит резкое подкисление подпахотного горизонта.

Для наглядной иллюстрации проблемы почвенной кислотности, на основе обобщения данных анализов 10 тысяч образцов с указанными

теоретическими положениями, составлена графическая модель кислотности и известкования. Вертикаль иллюстрирует прочность связи ионов с ППК и их близость к поверхности гранул. Горизонталь отображает активность диссоциации ионов, пропорциональную удаленности от гранул.



*Формы почвенной кислотности (ГК-гидролитическая; ОК-обменная; АК – актуальная): до известкования (А), вскоре после известкования (Б) и после установления нового равновесия (В). Серые прямоугольники – пограничные зоны между фракциями почвенной кислотности. Центральная утолщенная кривая соответствует средним значениям, а верхняя и нижняя отражают диапазон варьирования*

Названия форм кислотности достаточно условны. Прочность связи в мицеллах и слабая диссоциация ГК определяют химическую устойчивость к известкованию. Есть основания полагать, что Са, вступивший во внешние позиции ППК, усиливает коагуляцию и тем консервирует замещение кислых ионов более глубоких слоев мицеллы.

Эффект высоких доз извести снижается также невозможностью гомогенного перемешивания порошка извести с порошком почвы в полевых условиях. Частицы известняковой муки облепляют крупные комки бесструктурной почвы, вызывают устойчивую коагуляцию на выходах капилляров и не пропускают ионы кальция внутрь комков.

Из модели следует, что резкое и полное устранение кислотности за счет повышения дозы извести неизбежно увеличивает ее бесполезное вымывание в форме бикарбоната. Рациональнее выглядит контролируемое по рНс известкование малыми дозами, около 0,25 ГК, через 3 – 6 лет.

Предложенная модель согласуется с ранее предложенными моделью состояния обменных катионов (Накаряков, 2003) и обобщенной моделью химического состояния почвы (Гаджиев, Накаряков, 2004).

Библиография.

Накаряков А.В. // Фундаментальные физические исследования в почвоведении и мелиорации. М., МГУ, 2003. С. 232 - 235. nakaryakov@psu.ru; nakaryakov@mail.ru

Гаджиев И.М., Накаряков А.В. // Сохраним планету Земля: Сборник докладов Международного экологического форума, 1-5 марта 2004 года; СПб./ Под ред. Б.Ф.Апарина; Центральный музей почвоведения им. В.В.Докучаева, СПб; 2004. - С. 383-388. nakaryakov@psu.ru; nakaryakov@mail.ru

ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ДЛЯ ЯЧМЕНЯ  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ В РЕЛЬЕФЕ

*Панкова Т.И., Глазунов Г.П.*

ГНУ ВНИИЗ и защиты почв от эрозии, г. Курск, Россия, vni-  
zem@kursknet.ru

Для повышения продуктивности земледелия необходимо улучшение потенциального и эффективного плодородия почвы. Регулирование и оптимизация плодородия черноземов требуют изучения их оптимальных и критических параметров для сельскохозяйственных культур. Познание экологически значимых параметров плодородия почв для сельскохозяйственных растений становится ключевой проблемой агроэкологии. Изучение параметров плодородия почв во всех его агроландшафтных контурах является частью общей проблемы управления функционированием агроландшафта.

Среди параметров почвенного плодородия, подлежащих оптимизации, показатели состава органического вещества почвы занимают особое положение. Это объясняется тем, что содержание и состав органического вещества принадлежат к основополагающим факторам почвенного плодородия, определяющим основные свойства почвы. Оно является важным источником питательных элементов для растений.

Исследования проводили в многофакторном полевом стационарном опыте ВНИИЗиЗПЭ (Курская область, Медвенский район) на водораздельном плато, на склонах северной и южной экспозиций на черноземе типичном среднесуглинистом в посевах ячменя.

Для выявления оптимальных параметров почвенных свойств и их сочетаний применялся информационно-логический анализ (Пузаченко, Карпачевский, Взнуздаев, 1970), позволяющий в рамках анализируемой системы почва - растение выявить и количественно оценить степень, характер, направленность связи между урожаем или продуктивностью сельскохозяйственной культуры и свойствами почвы, а так-

же установить параметры плодородия почвы, специфичные определенным уровням урожая или продуктивности сельскохозяйственной культуры. Применяемый подход позволил установить значения оптимальных параметров, которые специфичны высоким рангам урожайности и продуктивности ячменя.

Оптимальные параметры плодородия почвы, специфичные наивысшему рангу урожайности сельскохозяйственных культур, устанавливают соответствие почвенных условий специфическим требованиям конкретных растений. В результате чего осуществляется наиболее полное удовлетворение их потребностей в факторах роста и развития и обеспечивается реализация потенциальных возможностей.

Экологически значимые оптимальные параметры состава органического вещества были установлены для тех почвенных показателей, влияние которых на сельскохозяйственную культуру достаточно значимо, т.е. между ними обнаруживалась высокая степень связи.

На основе информационно-логического анализа в рамках системы «почва-растение» были определены параметры состава органического вещества в пахотном слое чернозема типичного в агроландшафте, специфичные трем уровням (рангам) продуктивности и урожайности ячменя. В зависимости от местоположения в рельефе низкие, средние, высокие уровни продуктивности и урожайности для ячменя составили соответственно: склон северной экспозиции – <53 ц/га; 53-81 ц/га; >81 ц/га и <20,7 ц/га; 20,7-30,7 ц/га; >30,7 ц/га; водораздельное плато – <76 ц/га; 76-102 ц/га; >102 ц/га и <27,0 ц/га; 27,0-36,7 ц/га; >36,7 ц/га; склон южной экспозиции – <50 ц/га; 50-99 ц/га; >99 ц/га и <19,3 ц/га; 19,3-37,7 ц/га; >37,7 ц/га.

Были определены оптимальные параметры состава органического вещества чернозема типичного в пахотном слое, специфичные максимальным уровням продуктивности и урожайности ячменя, которые составили, соответственно, на склоне южной экспозиции – 99-135 ц/га и 37,7-58,5 ц/га; на водораздельном плато – 102-137 ц/га и 36,7-54,8 ц/га; на склоне северной экспозиции – 81-107 ц/га и 30,7-44,9 ц/га.

На склоне северной экспозиции оптимальными параметрами почвы, при которых отмечена наибольшая продуктивность ячменя, являются средние и высокие уровни содержания негумифицированного органического вещества – 3,73-4,22 т/га, гумуса – 5,18-6,14 %, лабильных гумусовых веществ – 5135-6572 мг/кг почвы, лабильных гуминовых кислот – 1964-2643 мг/кг почвы, лабильных фульвокислот – 3220-4337 мг/кг почвы.

Для урожая ячменя оптимальны только высокие уровни значений следующих параметров: содержание гумуса – 5,89-6,14%, лабильных гумусовых веществ – 5740 – 6570 мг/кг почвы, гуминовых кислот –

2244-2643 мг/кг почвы, лабильных фульвокислот – 3610-4337 мг/кг почвы.

Высокие продуктивность и урожай ячменя формировались при одинаковых значениях углерода микробной биомассы (1089-1295 мг/кг почвы), биогенности лабильных гумусовых веществ (201-243 мг/г), биогенности гумуса (18-21 мг/г), отношения углерода микробной биомассы к углероду лабильных фульвокислот (0,33-0,45).

Значения оптимальных параметров состава органического вещества чернозема типичного для продуктивности и урожайности ячменя на водораздельном плато отличаются от оптимальных значений параметров почвы северной и южной экспозиции. Они составляют высокие уровни содержания лабильных гумусовых веществ 5490-6570 мг/кг почвы, лабильных гуминовых кислот – 2220-3322 мг/кг почвы, углерода микробной биомассы – 1157-1887 мг/кг почвы, биогенности лабильных гумусовых веществ – 170-280 мг/г почвы, биогенности гумуса – 22-31 мг/г, качественного состава лабильных гумусовых веществ – 0,84-1,26, степени гумификации – 0,45-0,56. Для продуктивности ячменя также оптимальными параметрами почвы являются высокие уровни содержания негумифицированного органического вещества (3,88-4,62 т/га) и гумуса (6,14-7,38 %), а для урожая ячменя – содержание гумуса более низких значений (5,89-6,14 %).

На склоне южной экспозиции высоким значениям продуктивности и урожая ячменя соответствуют высокие значения содержания лабильных гумусовых веществ - 2450-3400 мг/кг, лабильных гуминовых кислот - 580-1030 мг/кг, лабильных фульвокислот -1890-2370 мг/кг, негумифицированного органического вещества - 3,52-5,81 т/га, качественного состава лабильных гумусовых веществ – 0,32-0,50, степени гумификации – 0,24-0,54. Высокие значения содержания гумуса (5,49-5,93%) в пахотном слое почвы южной экспозиции соответствовали только наибольшему значению продуктивности ячменя.

Имеющиеся значения содержания негумифицированного органического вещества на склоне южной экспозиции и водораздельного плато и гумуса на склоне южной экспозиции не позволили рассчитать оптимальные уровни данных параметров для урожая ячменя.

Таким образом, установлены оптимальные параметры состава органического вещества чернозема типичного для ячменя. Полученные данные свидетельствуют о том, что сочетание оптимальных параметров состава органического вещества изменяется в зависимости от местоположения культуры в рельефе. Это необходимо учитывать для оптимизации землепользования.

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРКОВЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ Г. МОСКВЫ  
(НА ПРИМЕРЕ ПАРКОВ «ПОКРОВСКОЕ-СТРЕШНЕВО» И  
«ТУШИНСКИЙ»)

*Попутников В.О.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
laeran@mail.ru

Как места компактного проживания большого числа людей, городские территории требуют пристального внимания к качеству окружающей среды. Будучи центральным звеном экосистемы, обеспечивающим связь между всеми ее компонентами, почвы и почвоподобные образования играют вескую роль в формировании условий жизни, особенно в городах. Однако хозяйственная деятельность, темпы которой многократно усилились в последние десятилетия, приводит к существенному изменению почвенных свойств (Blume, 1997). Это может вызывать снижение качества почв урбанизированных территорий и, опосредованно, условий проживания горожан.

В связи с этим, территории городов должны иметь анклавы природных или схожих земель, несущих рекреационную функцию. Подобные городские земли (особо охраняемые природные территории - ООПТ) зачастую представляют собой преимущественно облесенные участки, однако располагаются на территориях с давней историей хозяйственного освоения. Поэтому, при описании ООПТ необходим учет не только естественных условий почвообразования, но и истории и особенностей хозяйственного освоения (Norra, Stuben, 2003).

Установлено, что в современные ООПТ «Покровское-Стрешнево» и «Тушинский» в общих чертах соответствуют своему статусу – естественные почвы занимают в них 31 и 57% территории, соответственно. Значительную долю (18 и 9%, соответственно) занимают старопахотные почвы, близкие к природным по своим свойствам. Однако помимо природных и слабонарушенных почв, почвенный покров парков включает сильнотрансформированные почвы - старых селитебных территорий, абрадированные и запечатанные грунты (около 20 и 10%, соответственно) (Мартыненко, Прокофьева, Строганова, 2008). Выяснено, что подобные почвы могут обладать негативными свойствами: физическими (распыление субстрата, загрязненного тяжелыми металлами (ТМ), связанное с худшей структурной организацией и участками оголенной поверхности); морфологическими (наличие вредоносных включений, таких как: осколки стекла, металлические предметы, разлагающиеся костные ткани и т.д.), биологическими (наличие потен-

циально патогенных микроорганизмов (Марфенина, Горбатовская, 2001)) и т.д.

В результате проведенных почвенных работ установлено, что основные рекультивационные и перепланировочные работы на территории парков «Покровское-Стрешнево» и «Тушинский» должны быть дополнены рядом мероприятий. В парке «Покровское-Стрешнево» необходимо:

- перемещение детских площадок и спортивных полей на естественные и или слабонарушенные земли с территории бывшей приусадебной деревни (почвы которой насыщены вредоносными антропогенными включениями и загрязнены ТМ);
- изучение влияния субстрата почв территории д. Елизаветино на свойства вод родника «Царевна-Лебедь», так как эти почвы характеризуются интенсивным полиметаллическим загрязнением (до десятков ПДК);
- рекультивация нарушенного почвенного покрова стихийного экстремального велосипедного маршрута в оврагах, выходящих в пойму р. Химка.

В парке «Тушинский» необходимо:

- освобождение территорий бывших деревень Захарково и, преимущественно, Алешкино от строительного мусора, остатков фундаментов зданий и стихийных современных мусорных свалок;
- изучение свойств плодов и ягод старых садов, активно посещаемых горожанами, на территории д. Алешкино, почвы которой могут иметь неблагоприятные агрохимические свойства и быть загрязнены ТМ;

Общими для территорий обоих парков являются:

- замещение кленов американских и ясенелистных более ценными и долгоживущими древесными породами, более подходящими для мест отдыха горожан (липа, дуб, ясень, вяз);
- выбор путей снижения влияния аэрогенной нагрузки от окрестных автомобильных дорог (установка придорожных экранов и т.д.).

Указанные мероприятия будут способствовать нормализации санитарной обстановки в парках и приведут к увеличению рекреационной ценности объектов.

#### Литература

- 1) Мартыненко И.А., Прокофьева Т.В., Строганова М.Н.. Состав и строение почвенного покрова лесных, лесопарковых и парковых территорий г. Москвы. С. 69-90. / Лесные экосистемы и урбанизация. Сборник статей. Российская Академия Наук. Институт лесоведения. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2008. 227 с.
- 2) Марфенина О.Е., Горбатовская Е.В. Возможности почвенно-

микологической индикации древних антропогенных воздействий. Проблемы эволюции почв: Тезисы докладов конференции. Пущино, 2001. С. 51 — 52.

- 3) Строганова М.Н. Городские почвы: генезис, систематика, экологическое значение (на примере г. Москвы). Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук в форме научного доклада. М. 1998.
- 4) Blum W.E.H. Soil degradation caused by industrialization and urbanization, p. 3-5. / International conference "Problems of anthropogenic soil formation" June 16-21, 1997. V. 4. Editor-in-chief I.A. Sokolov, V.D. Tonkonogov. 296 p.
- 5) Norra S., Stüben D. Urban Soils. Journal of Soils & Sediments. 2003. Vol. 3(4). p. 230-233.

#### ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОТЕХНОЛОГИИ СОИ НА ОСНОВЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

*Розов С.Ю.<sup>1</sup>, Куст Г.С.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> - факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

<sup>2</sup> - ИЭП МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва

rozov@soil.msu.ru, kust@soil.msu.ru

С целью рационализации использования земельных ресурсов в агропроизводстве представляется необходимым оценить комплекс рисков, связанных именно с природными факторами, и в первую очередь — с почвенно-ландшафтными характеристиками, исключив из анализа совокупность организационно-технологических, информационных и иных управленческих рисков.

Согласно ранее разработанной группировке агропроизводственных рисков по степени их регулируемости (Розов, Куст, 2007), неблагоприятные почвенно-экологические условия отнесены к устраняемой группе рисков. Устранение их путём оптимизации структуры посевных площадей носит первоочередной характер в связи с его невысокой ресурсоемкостью, как временной, так и энергетической и материальной. Оптимизация структуры посевных площадей под посевы сои с учетом специфики почвенно-экологических условий различных полей может позволить значительно поднять итоговые урожаи сои в хозяйстве без проведения дополнительных агротехнических и агрохимических мероприятий.

По результатам исследований получен вывод о том, что почвенно-экологические ограничения и риски выращивания сои на исследуемой территории в целом сводятся к условиям увлажнения почв в критические фазы выращивания данной культуры, определяемые положением почв в микро- и мезорельефе, а также наличием и характером

уплотненного слитого горизонта. На основании сравнительного анализа урожайности сои между участками наилучшего и наихудшего качества в пределах одного поля установлено, что доля влияния почвенно-экологических условий исследованных полей в недоборе урожая достигает более 50%. Эти обстоятельства послужили основой для разработки системы методов, которая позволяет делать вывод о нецелесообразности отведения под культуру сои тех полей, на которых вышеперечисленные ограничивающие почвенно-экологические условия заметно проявляют себя либо по отдельности, либо в совокупности.

В целях оптимизации структуры посевных площадей была разработана комплексная система оценки и группировки полей по качественным признакам оптимальности почвенно-экологических условий для выращивания сои, включающая следующие компоненты:

- принципы подбора космических снимков для последующего дешифрирования,
- систему признаков дешифрирования индикаторов почвенно-экологического состояния полей,
- интегральную систему для оценки и группировки полей по почвенно-экологическим признакам,
- структуру комплексной геореференсированной базы данных,
- контурную основу ГИС на базе структуры посевных площадей.

Апробация системы оценки полей проведена на землях Агрообъединения «Кубань» (Краснодарский край) на территории около 60 тыс. га. Разработанная на ее основе система мер по оптимизации агротехнологии сои включает в себя выбор лучших для сои полей по совокупности почвенно-экологических условий, изменение конфигурации ряда полей, а также рекомендации по улучшению структурного состояния корнеобитаемого слоя. В целом система позволяет существенно снизить риск недополучения ожидаемого урожая сои.

#### ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВЫ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

*Романов О.В.*

Санкт-Петербургский государственный университет, Россия,  
ov\_romanov@mail.ru

Элементы устойчивого социального и сельскохозяйственного развития современного общества включают рациональное использование и сохранение природных ресурсов и экосистем (континуум «геоло-

гические породы-почва-вода-биота-растение-приземный слой воздуха»). Важным элементом рационального использования агроэкосистем, имеющим особое значение для экономики и охраны окружающей среды является правильное использование почв, гарантирующее их качественное функционирование. Деградация почв не является неизбежным следствием эффективного сельскохозяйственного производства и социального развития. Однако чтобы избежать или ослабить процессы деградации почв, необходима оперативная количественная информация существующих процессах деградации, причинах их возникновения, механизмах и предсказуемых последствиях. Наиболее сложным вопросом нормативной оценки уровня физической деградации является выбор независимых и достаточных параметров, однозначно характеризующих физическое состояние почвы. Пространственная организация всегда являлась важнейшей диагностической характеристикой почвы. Для познания пространственной (объёмной) организации почв как центрального звена наземной экосистемы особое значение имеет оценка **континуальности** почв покрова как единства непрерывности и дискретности. Многие авторы уже сравнительно давно указывали на необходимость перейти от изучения индивидуальных механизмов на уровне горизонтального профиля и почвенного индивидуума (Таргульян и др., 1989; Карпачевский, 1997). Анализ литературы и полученных нами данных (работы в Ленинградской, Новгородской, Смоленской, Ростовской, Белгородской обл.) позволяет сделать вывод, что разработку методологических подходов и методического аппарата целесообразно начинать с достаточно вариабельных и в то же время информативных параметров: состояние почвенной структуры и органического вещества почв. Динамичность агрегатного состава почвы, в конечном счёте – это отражение второго закона термодинамики (равновесие с фактором, который вызвал процесс). Равновесное состояние вызывает формирование климакса. В то же время эндо/автогенные изменения – это преобразования почвенной структуры, которые протекают по внутренним почвенным причинам и не подталкиваются извне какими-либо внешними факторами. Физические свойства почвы фактически определяются состоянием почвенной структуры. Под структурой почвы в данном случае понимается пространственное дискретное распределение почвенных фазовых компонентов: твёрдых, жидких, газообразных, что в свою очередь определяет строение порового пространства почвы. Для большинства почв, возможно, определить ряд диагностики уровня физической деградации. Эти параметры отражают: гранулометрический состав, минералогический состав, содержание органического вещества, состав обменных катионов, характер структурообразующих веществ. Динамичность поро-

вого пространства почв под действием климатических и антропогенных факторов связана с большинством функциональных свойств почвы: водоудерживающей способностью; влагопроводностью; водопроницаемостью; фильтрацией. Эти величины прямо отражают степень уплотнения почвы и связаны с распылённостью почвенной структуры. Плотность почвы в целом – отражение пористости, дифференциальной пористости, плотности твёрдой фазы и набухания. Плотность почвы не подменяет другие физические параметры, а представляет собой функцию от перечисленных показателей и имеет самостоятельное значение. Утяжеление гранулометрического состава ведёт к увеличению общего удельного поверхностного заряда почвы (определяется площадью удельной поверхности почвы и поверхностной плотностью заряда). Энергетические характеристики отражают процессы взаимодействия в системе «минеральная часть–органическое вещество–обменные катионы–порový раствор–поровое пространство». Для полного экологического заключения о физическом состоянии конкретной почвы необходимо использовать следующие существенные параметры: удельная поверхность по сорбции паров воды; агрегатный состав и водопрочность агрегатов; фильтрационная способность; водоудерживающая способность и влагопроводность; сопротивление пенетрации (твёрдость); липкость; пластичность; тепловые, электрические и магнитные свойства. Последствия физической деградации почв – это неспособность выполнять функции: экологическую (быть средой обитания и обеспечивать функционирование экологических систем); производственную (обеспечивать рост, развитие и урожай с/х, лесотехнических и др. культур); санитарно-эпидемиологическую (обеспечивать безопасные для человека условия среды, благоприятные для жизни). Физически деградированные почвы – это экологически опасный природный объект, т.к. крайняя степень физической деградации – физическое уничтожение почвы как природного объекта. Деградированные почвы не выполняют функцию физико-химического фильтрационного барьера. Пониженная способность к накоплению и сохранению влаги вызывает локальное заболачивание, наблюдаются ветровая и водная эрозии, увеличивается вероятность засух. Рассматривая параметры оценки влияния физических свойств почвы на продукционный процесс целесообразно выделять иерархические почвенные уровни, различающиеся по характеру внешних и внутренних связей: макроуровень (включающий горизонты, профиль почв), уровень почвенных агрегатов и уровень элементарных почвенных частиц (ЭПЧ). Почвенные условия, обеспечивающие поступление воды и пищевых веществ из почвы в растения на уровне ЭПЧ можно характеризовать параметром величины удельной поверхности по сорбции паров воды, содержанием частиц физической глины и ила; на уровне микроагрега-

тов – показателем водопрочности микроагрегатов; на уровне структурных отдельностей – пористостью агрегатов и почвы; на уровне почвенных горизонтов – плотностью и сопротивлением пенетрации, фильтрационной и водоудерживающей способностью; на уровне почвенных индивидуумов – водопроницаемостью, относительным возрастанием равновесной плотности и содержанием агрономически ценных агрегатов. Интенсивность процесса разрушения агрегатов резко возрастает при капельном поступлении осадков. Капли обладают значительной кинетической энергией и не только разрушают, но и могут уплотнять верхний слой почвы. Под действием дождя и текущей воды происходит разрушение агрегатов, перемещение и отложение частиц агрегатов, что определяется законами падения капель и движения водных потоков. Разрушение агрегатов продолжается в склоновых и русловых потоках. При перемещении частиц в потоке происходит их истирание и разрушение. Сопутствующим процессом является аккумуляция, которая осуществляется в виде естественного осаждения или коагуляции. Разрушение и перемещение, с одной стороны, и аккумуляция, с другой стороны, – процессы, сменяющие друг друга во времени и пространстве. Можно только различать области преобладающего выноса и преобладающей аккумуляции. Разрушение почвенной структуры нельзя отразить лишь изменением состава агрегатов поверхностного слоя. Процесс разрушения структуры сложнее и включает в себя изменения расположения агрегатов, их уплотнение, коагуляцию и др. явления, т.е. требует комплексной оценки. В качестве показателя разрушения структуры предлагается такая характеристика, как толщина почвенной корки. Способы воздействия на макроструктуру, используемые в лабораторных методах, в большей или меньшей степени отличаются от способов воздействия на пахотный слой почвы внешних факторов в полевых условиях. Возможен иной подход к оценке устойчивости макроструктуры почвы к сумме неблагоприятных внешних воздействий непосредственно в полевых условиях. Сложение пахотного слоя почвы регулируют механической обработкой (вспашка, культивация и др.). После обработки плотность (объёмный вес) почвы ( $\rho_s$ ) в течение вегетационного периода (особенно под культурами сплошного сева) возрастает, достигая некоторого равновесного значения. Предельным значением равновесной плотности является плотность почвы в пахотном слое, когда разрушение макроструктуры почвы переводит последнюю в микроструктурное состояние. Критерии бально-индексной оценки физического состояния почв не противоречат агрохимической бонитировке свойств почв, а дополняют их.

## СОЗДАНИЕ АЛЬБОМОВ ЭТАЛОННЫХ ДЕШИФРОВОЧНЫХ ПРИЗНАКОВ КАК МЕТОД СОСТАВЛЕНИЯ КОНТУРНЫХ ОСНОВ ДЛЯ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ

*Сарычев А.Е.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия,  
andrey.sarychev@gmail.com

Обострение экологических проблем вызвало к жизни бурное развитие экологического картографирования. Для оперативной и объективной оценки экологической ситуации на значительных по площади территориях необходимо космическое информационное обеспечение. Это, в свою очередь, требует разработки методов тематического дешифрирования космических снимков, позволяющих решать задачи мониторинга и составления карт на основе визуального дешифрирования и автоматизированной обработки дистанционных, преимущественно космических материалов. Главным недостатком экспертных визуальных оценок является субъективность восприятия экспертом образов, анализируемых при обработке космических снимков. Как правило, даже в случае автоматизированного дешифрирования исходное распознавание образов ландшафтного рисунка, используемых в дальнейшем в качестве эталонных, происходит также субъективно. Поэтому нами была поставлена задача, достичь большей формализации в эталонировании образов космических изображений путем выделения эталонов, соответствующих разным независимым признакам дешифрирования.

С этой целью на примере ключевого участка, расположенного на юге России, соответствующего одной сцене Landsat 7 ETM+ площадью 32000 км<sup>2</sup> (снимок 172\_027\_L7\_011001), были выявлены, и представлены как эталонные, типичные проявления таких формальных дешифровочных признаков как Форма, Цветотон, Структура, Текстура.

Для каждого из эталонированных признаков были созданы свои рабочие классификации (как формальные, так и тематические – например, выделены классы сельскохозяйственного освоения земель), согласно которым составлены индивидуальные контурные основы и картографические слои. Последующая аппликация (наложение) индивидуальных слоев позволяет создать итоговую формализованную контурную основу, слабо зависящую от субъективного экспертного восприятия ландшафтного рисунка. Тематическая информация по слоям сводится в единую таблицу, и в дальнейшем может быть интерпретирована в зависимости от задачи картографирования.

В нашем исследовании в первом приближении показано, как такой метод может быть использован для актуализации карт деградации

почвенного покрова сельскохозяйственных земель с целью последующей оптимизации землепользования на этих территориях.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ УВЛАЖНЕННОСТИ –  
ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ

Судницын И.И.

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, iisud@mail.ru

В связи с разразившейся в этом году экологической катастрофой (массовыми возгораниями торфяных почв и лесных насаждений) чрезвычайно остро встал вопрос об ее предотвращении в будущем. Для этого на уровне правительства РФ принято решение осуществить широкомасштабную мелиорацию почв (их обводнение). Эти мероприятия потребуют вложения огромных средств (многих десятков миллиардов рублей), и для экономики страны будет крайне важно окупить хотя бы часть вложенных средств путем повышения урожаев сельскохозяйственных культур на мелиорированных почвах.

Но для этого необходимо создать в этих почвах оптимальный водный и агротехнический режимы, а оптимизация водного режима почв невозможна без точного знания диапазона *оптимальной увлажненности почв*. К сожалению, ранее в практике использования мелиорированных почв это обязательное требование, как правило, не соблюдалось, и именно несоблюдение *оптимального* диапазона было причиной очень низкой (а часто – даже отрицательной) рентабельности мелиорированных почв в СССР и снижения их качества (вплоть до полного выпадения засоленных, заболоченных или переосушенных почв из сельскохозяйственного пользования). Это явилось одной из важных причин недовольства населения республик СССР деятельностью его центрального правительства и, как следствие, – ликвидации Министерства мелиорации РФ (как стабильно убыточного предприятия), а затем и тотального распада СССР.

Таким образом, задача поддержания увлажненности мелиорированных почв на *оптимальном уровне* – задача первостепенной важности (не только экономической, но и политической).

К настоящему моменту агрофизика располагает сведениями о диапазоне *оптимальной* увлажненности почв для ряда сельскохозяйственных культур. При этом надо подчеркнуть, что следует поддерживать оптимальный диапазон не *влажности* почв, а именно их *увлажненно-*

сти, которая характеризуется не концентрацией воды в почвах, а силой (а точнее – давлением), с которой почва удерживает (или всасывает) влагу, препятствуя ее поглощению растениями. Выражается это «давление почвенной влаги» часто в «атмосферах». При этом различают капиллярное ее давление (Рк) и полное – Рп, равное сумме капиллярного и осмотического давлений. Рк в полевых условиях измеряется при помощи простых устройств, называемых *тензиометрами*. Автором доклада разработана модель *тензиометра*, который при массовом выпуске стоил бы не дороже 10 руб. Такие *тензиометры* можно было бы установить буквально на каждом поливаемом (или осушаемом) поле, и по их показаниям начинать и прекращать полив или дренаж, обеспечивая тем самым оптимальный диапазон Рк для каждой сельскохозяйственной культуры (у каждой культуры – свой индивидуальный оптимальный диапазон Рк).

Начинать полив следует при снижении Рк до его критического значения (Рк-кр). На суглинистых почвах (при испаряемости, равной 11.5 мм водного слоя/сутки) значение Рк-кр равно для некоторых сортов салата -0.05 атм; томатов -0.1; подсолнечника -0.1; фасоли -0.2; житняка -0.2. Соответственно, на почвах более легкого гранулометрического состава значения Рк-кр будут несколько выше. Это вызвано тем, что при снижении влажности почв в легких почвах быстрее, чем в тяжелых, снижается их влагопроводность. При меньшей испаряемости, напротив, значения Рк-кр будут на 0.1 – 0.5 атм ниже, так как растения успевают поглотить влагу даже при более низких Рк. Прекращать полив следует при повышении Рк до уровня, при котором выходы из крупных пор закрываются водными менисками («Рк барботирования», близкое к -0.05 атм), и в почве возникает анаэробная обстановка. Более подробные сведения о Рк-кр содержатся в монографии автора «Движение почвенной влаги и водопотребление растений» (М.: изд-во моск. ун-та, 1979).

#### КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ

*Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Прущик А.В.*

ВНИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН, Курск, Россия,  
soil-er@kursknet.ru

Природные ресурсы оцениваются их количеством и качеством. Качество оценивается с позиции использования этих ресурсов. Количественной характеристикой качества является, например, содержание полезных и вредных веществ. Для произвольной территории почвенные ресурсы, которые используются для производства растениеводческой

продукции, оцениваются площадью почвенного покрова и мощностью гумусового слоя. Для этих ресурсов широко используется понятие “плодородие почвы”, смысл которого сводится к способности почвы удовлетворять потребности растений. К сожалению, для этой качественной характеристики отсутствует объективная количественная оценка. Поэтому мы не можем утверждать, насколько изменилось со временем плодородие почвы, т.е., её способность удовлетворять потребности растений. А это означает, что мы не можем количественно оценивать динамику почвенных ресурсов, включая их качество. Понятие “плодородие почвы” включает в себя качество почвы и влияние на неё внешних факторов (погодные (климатические) условия, разные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, т.е., деятельность человека). Пашня используется для производства растениеводческой продукции. Эта продукция количественно оценивается урожайностью. Следовательно, необходима такая характеристика почвы, которая количественно была бы связана с урожайностью для разных почв, климатических условий и технологий.

Эрозия почв даёт наглядное представление, что происходит с почвенными ресурсами (уменьшается площадь пашни и мощность гумусового слоя, ухудшается качество почвы). Другими словами, эрозия почвы приводит к сокращению почвенных ресурсов.

Как количественно оценить качество почвы? Установлено (Санжарова, Сухановский, Прущик, 2009а), что для эродированных почв (по отношению к неэродированным) снижение урожайности примерно прямо пропорционально снижению запасов (содержания) гумуса в слое почвы 0-50 см. Это установлено по данным для чернозёмов, серых лесных почв, для климатических условий Центрального Черноземья России, Украины и Молдавии и для разных сельскохозяйственных культур и технологий их возделывания. Следовательно, ухудшение качества почвы можно количественно оценивать уменьшением содержания гумуса. Также установлено (Бахирев, 2006), что для неэродированных чернозёмов урожайность озимой пшеницы без применения удобрений прямо пропорциональна запасам гумуса во всём гумусовом слое. Это означает, что содержание гумуса в почве можно использовать (в первом приближении) как количественную оценку её качества. Следовательно, почвенные ресурсы количественно можно оценивать площадью почвенного покрова, мощностью гумусового слоя и содержанием гумуса. Это даёт возможность количественно оценивать динамику почвенных ресурсов, в частности, при проведении мониторинга и при прогнозировании.

Очевидно, что принятие решений (законов, нормативов, проектов землепользования) должно основываться на прогнозах. В качестве

примера приведём прогноз последствий водной эрозии для чернозёмов Центрального Черноземья. Для разработки прогнозов использована модель (Сухановский, Санжарова, Прущик, 2009б), которая описывает динамику эрозии почвы, трансформации органического вещества в почве, почвообразования (динамику мощности гумусового слоя). Прогноз сделан для разных сценариев использования эродированного склона длиной 500 м с углом наклона  $3^{\circ}$ . Расчёты показали, что для севооборотов почвенные ресурсы будут уменьшаться относительно медленно. Учитывая погрешность измерений, практически невозможно зарегистрировать изменение почвенных ресурсов за 10-20 лет. А это создаёт иллюзию, что нет необходимости в принятии экстренных мер. В крайнем случае, консервация позволит восстановить потерянные ресурсы. На рисунке показан прогноз динамики запасов гумуса и мощности гумусового слоя почвы в нижней точке склона при его консервации, т.е., при залужении многолетними травами. За начало отсчёта времени принят 2006 год. На вертикальной оси 1,0 соответствует незэродированному чернозёму в 2006 году: содержание гумуса 5,6% и мощность гумусового слоя 80 см. Из рисунка следует, что при такой консервации потерянные ресурсы практически невозможно восстановить.

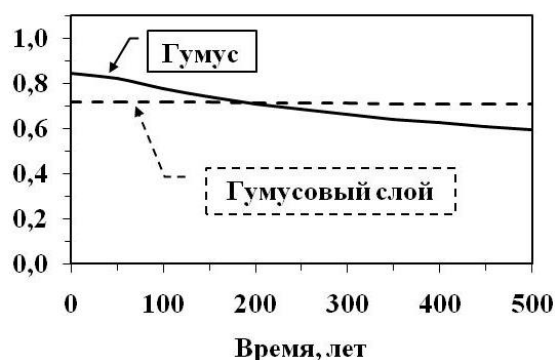


Рис. Прогноз динамики мощности гумусового слоя и содержания гумуса в слое почвы 0-20 см.

Учитывая, что почвенные ресурсы не имеют альтернативы, возникает вопрос: какое решение должно быть принято? Самый простой ответ: эрозию надо остановить. Это естественное наше желание. Но учитывая масштаб эрозии, становится понятно, что нет возможности за короткий срок решить эту задачу. Следовательно, необходима государственная стратегия рационального использования почвенных ресурсов. И на каждом её этапе должен находиться компромисс между на-

шими желаниями и существующими возможностями. Поиск компромисса это и есть принятие решения. А сам компромисс определяет смысл понятия рационального использования почвенных ресурсов. Но при этом необходимо иметь в виду, что одновременное сокращение почвенных ресурсов и рост численности населения могут в будущем привести к кризису. Принятое решение ещё не гарантирует, что оно адекватно условиям настоящего и будущего. Поэтому необходим мониторинг почвенных ресурсов, данные которого со временем позволят оценить степень адекватности принятого решения, а также разработать более совершенные методы прогнозирования и принятия решений.

“Человека могут погубить его собственные зачастую потенциально опасные и коварные изобретения. Он почти не отводит себе времени для приспособления к ним, и постепенно это время будет сокращаться по мере того, как его потрясающие технологические способности будут развиваться, выходя из-под контроля и увлекая нас вперёд – в неизведанное. Если ему вообще удастся выжить, то это будет не за счёт медленной адаптации. Для этого придётся разрабатывать более тонко продуманный и осмотрительный, более осторожный план на будущее.” Ричард Ньютра, 1954 г. (Джек Данджермонд. ГИС: Проектируя наше будущее /ARCREVIEW. 2010. № 1. С.1-3.)

#### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ И ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ ПО СОПОСТАВЛЕНИЮ ФАКТИЧЕСКОЙ И НОРМАТИВНОЙ УРОЖАЙНОСТИ КУЛЬТУР

*Филенко А.Г.<sup>1</sup>, Алябина И.О.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ИТЦ «СКАНЭКС», <sup>2</sup>ИЭП МГУ, Москва, Россия, an-file@mail.ru

Задача землепользователя - наиболее полно и рационально использовать естественное и экономическое плодородие земли, новейшие достижения науки и техники в целях получения наивысшей урожайности всех культур с наименьшими затратами на единицу продукции. Одним из наиболее плодородных регионов является Краснодарский край, который, располагая всего тремя процентами пашни Российской Федерации, производит шесть процентов валовой продукции сельского хозяйства страны. В растениеводстве края возделывается свыше ста сельскохозяйственных культур. На примере этого региона опробована методика оценки эффективности использования природного потенциала почв и земельных ресурсов в отдельных административных районах путем сопоставления

фактической и нормативной урожайности ряда основных сельскохозяйственных культур.

В работе рассматривали районы двух из пяти природно-климатических зон Краснодарского края: северной и центральной. Эти зоны характеризуются наиболее развитым земледелием, доля пашни составляет в них, соответственно, 75,0 и 67,9% в среднем по районам.

В качестве оценки фактической урожайности использовали данные государственной статистики об урожайности зерновых, кукурузы на зерно, сахарной свеклы и подсолнечника в административных районах за 2005 г.

Нормативная урожайность является одним из критериев при оценке качества земли по методике «Оценка качества и классификация земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве» [2]. Эта принципиально новая методика основана на оценке эталонной почвы по единому для России нормативу экономических условий сельскохозяйственного производства и позволяет оценивать в сопоставимых показателях земли сельскохозяйственного назначения. Оценка качества земель базируется на информации о естественных признаках земель – свойствах почв, климата, рельефа, естественной растительности и пр.

В данной работе картографической основой послужила почвенная карта масштаба 1:1 000 000. Листы L-37 (1951 г.) и K-37 (1955 г.) Государственной почвенной карты были оцифрованы в программе MapInfo Professional, а затем скорректированы по космическим снимкам IRS-P6 AWiFS 2009 г. Цифровая схема административного деления России масштаба 1:1 000 000 была использована для расчета состава почвенного покрова районов Краснодарского края, что позволило получить необходимые для оценки нормативной урожайности данные. Для характеристики почв районов рассчитали следующие параметры: мощность гумусового горизонта, содержание органического вещества [1, 3], содержание физической глины. Кроме того, по цифровой картограмме средней величины склона географических трапеций 1x1 градус [4] рассчитано значение этого показателя для административных районов. Подготовленный материал был обработан в программном обеспечении «СПО по оценке сельскохозяйственных земель», предоставленном А.К.Оглезневым.

Полученные данные позволили провести сопоставление административных районов Краснодарского края по фактической и нормативной урожайности сельскохозяйственных культур.

В северной природно-климатической зоне фактическая урожайность зерновых, кукурузы на зерно, сахарной свеклы и подсолнечника преобладает над нормативной урожайностью этих

культур в Каневском районе. Земледелие в этом районе по выбранным критериям следует признать наиболее эффективным. Также эффективно земледелие в Староминском, Щербиновском, Ленинградском, Куцевском районах. Для всех этих районов характерно существенное преобладание в почвенном покрове черноземов карбонатных малогумусных. Наименее рационально используются почвы в Ейском районе (около 90% площади – черноземы), где по всем рассматриваемым культурам наблюдается превышение нормативной урожайности над фактической, а также в Крыловском районе (черноземы карбонатные малогумусные сверхмощные – 58% и черноземы карбонатные малогумусные мощные – 42%).

В центральной природно-климатической зоне фактическая урожайность кукурузы на зерно, сахарной свеклы и подсолнечника в большинстве районов ниже нормативной. Фактическая урожайность зерновых по всей зоне немного превышает нормативную. Наиболее эффективным является земледелие в Брюховецком (около 90% – черноземы) и Приморско-Ахтарском (50% черноземы и лугово-черноземные почвы, 40% – перегнойно-глеевые плавневые) районах. Наименее рациональное использование почв наблюдается в Курганинском, Тбилисском и Кореновском районах, почвенный покров которых на 95-100% состоит из черноземов и лугово-черноземных почв.

Рассмотренные природно-климатические зоны занимают около 50% площади Краснодарского края. Предложенный алгоритм позволил оценить как наиболее эффективное использование почв в следующих районах: Каневском, Староминском, Щербиновском, Ленинградском, Куцевском, Брюховецком и Приморско-Ахтарском. Ряд районов отличается низкой эффективностью земледелия. Сопоставление фактической и нормативной урожайности дает возможность определить степень рациональности использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве.

#### Использованная литература

1. Агрохимическая характеристика почв СССР (Районы Северного Кавказа). М.: Наука, 1964.
2. Оглезнев А.К., Куприян Т.А., Норкина Т.Е. и др. Оценка качества и классификация земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (практическое пособие). Москва, 2007.
3. Почвенный покров и земельные ресурсы Российской Федерации // Под редакцией Л.Л. Шишова, Н.В. Комова, А.З. Родина, В.М. Фридланда. М: Почв. институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2001. 400 с.
4. Sellers P.J. et al. A global 1 by 1 degree NDVI data set for climate studies. Part 2: The generation of global fields of terrestrial biophysical parameters from satellite data. - International Journal of Remote Sensing, 1994, 15(17), pp. 3519-3545.

## РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО МОНИТОРИНГА ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Хомяков Д.М.*

Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва,  
Россия, khom@soil.msu.ru

Распоряжением Правительства РФ от 30 июля 2010 г. N 1292-р "О Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года" положено начало нового этапа государственного регулирования функционально-экологической оптимизации землепользования, ведения устойчивого сельскохозяйственного производства и рационального использования почвенных ресурсов страны. Это ставит определенные задачи перед агроинформатикой, как наукой, исследующей различные (в том числе и информационные) процессы, протекающие в агроэкосистемах, а также возможности получения новых и использования ранее накопленных знаний при оптимизации функционирования территориальных комплексов различного уровня.

В утвержденной концепции используются следующие определения и термины:

**"государственный мониторинг сельскохозяйственных земель"** - система оперативных, периодических и базовых (исходных) наблюдений (аэрокосмическая съемка, наземные, гидрометеорологические, статистические, наблюдения) за изменением качественного и количественного состояния земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, как природного и производственного объекта для ведения сельского хозяйства, их хозяйственным использованием, и обследований этих земель, почв и их растительного покрова, проводимых с определенной периодичностью;

**"объекты государственного мониторинга"** - сельскохозяйственные земли, включая сельскохозяйственные полигоны и контуры, независимо от форм собственности и форм осуществляемого на них хозяйствования;

**"контур"** - контур сельскохозяйственных земель, являющийся территорией сельскохозяйственных земель, ограниченной естественными, природными или искусственными объектами (дорогами, строениями, лесополосами, оврагами, лесными массивами и водными объектами);

**"сельскохозяйственный полигон"** - часть земель внутри кон-

тура сельскохозяйственных земель, занятых однородной растительностью;

**"тестовый (валидационный) полигон"** - часть сельскохозяйственных угодий (пашня, залежь, сенокосы, пастбища и многолетние насаждения), характеризующая представительный природный регион с типичной структурой почвенного покрова, выбранный для проведения мониторинга показателей плодородия почв, состояния растений и развития негативных почвенных процессов с использованием геоинформационных технологий, данных дистанционного зондирования земной поверхности и наземных обследований (наблюдений). Тестовые полигоны предназначены также для отработки инновационных технологий земледелия. На них может осуществляться наземное сопровождение и корректировку полученных данных;

**"поле севооборота"** - часть пашни, включенной проектом внутрихозяйственного землеустройства в севооборот.

Провозглашенными целями реализации вышеназванной концепции являются: предотвращение выбытия земель сельскохозяйственного назначения, сохранения и вовлечения их в сельскохозяйственное производство, разработки программ сохранения и восстановления плодородия почв, обеспечения государственных органов, включая органы исполнительной власти, осуществляющие государственный земельный контроль, юридических и физических лиц, а также сельскохозяйственных товаропроизводителей всех форм собственности достоверной информацией о состоянии и плодородии сельскохозяйственных земель и их фактическом использовании.

Государственный мониторинг сельскохозяйственных земель включает в себя систематические наблюдения: за состоянием и использованием полей севооборотов, сельскохозяйственных полигонов и контуров, а также за параметрами плодородия почв и развитием процессов их деградации (изменением реакции почвенной среды, содержанием органического вещества и элементов минерального питания растений, разрушением почвенной структуры, засолением, осолонцеванием, заболачиванием, переувлажнением, подтоплением земель, развитием водной и ветровой эрозии, загрязнением почв пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами, промышленными, бытовыми и иными отходами, изменением других свойств почв); за изменением состояния растительного покрова на пашне, залежах, сенокосных и пастбищных угодьях (изменением видового состава, структуры урожая, типов и качества растительности, степени устойчивости к антропогенным нагрузкам).

При проведении государственного мониторинга сельскохозяйственных земель решаются следующие задачи: 1) своевременное выявление изменений их состояния, оценка этих изменений, прогноз и выра-

ботка рекомендаций по повышению плодородия, предупреждению и устранению последствий негативных процессов; получение данных на основе систематического обследования плодородия почв и наблюдений за качественным состоянием и эффективным использованием сельскохозяйственных земель как основного ресурса сельскохозяйственной деятельности; 2) мониторинг состояния возделываемых культур и растительности сельскохозяйственных угодий; 3) ведение реестра плодородия почв сельскохозяйственных земель и учет их состояния; 4) формирование государственных информационных ресурсов о сельскохозяйственных землях в целях анализа, прогнозирования и выработки государственной политики в сфере земельных отношений (в части, касающейся сельскохозяйственных земель) и эффективного использования таких земель в сельском хозяйстве; 5) обеспечение доступа всех заинтересованных лиц к информации о состоянии сельскохозяйственных земель; 6) участие в международных программах (обеспечение выполнения международных обязательств).

Во многих регионах страны в настоящее время отсутствует актуальная картографическая основа. Темпы работ по централизованному обновлению карт существенно снизились, а состояние агроландшафтов изменилось. Решения части поставленных задач предложено осуществлять в рамках новой, только создаваемой МСХ РФ, интегрированной системы мониторинга земель, являющейся частью системы государственного информационного обеспечения сельскохозяйственного производства.

Для обеспечения функционирования создаваемой системы должны быть адаптированы (разработаны), апробированы и внедрены новые средства и технологии, системы наблюдений, сбора и обработки информации, в том числе на основе данных дистанционного зондирования, что позволит вести наблюдение за использованием земель и получать информационное обеспечение для прогноза развития сельскохозяйственных культур и величин потенциального урожая. Например, в экстремальных условиях лета 2010 г. прогноз продуктивности и валового сбора зерновых культур неоднократно подвергался существенной корректировки в сторону уменьшения.

МСХ РФ с помощью федеральных государственных учреждений - центров, станций агрохимической службы и федеральных государственных учреждений - центров химизации и сельскохозяйственной радиологии, осуществляет мониторинг состояния плодородия почв путем ежегодных наземных обследований угодий на площади 16 млн. гектаров, что позволяет в течение 10 лет исследовать все полигоны и контуры сельскохозяйственных угодий страны.

Задача ученых Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (и в первую очередь почвоведов-экологов) принять самое активное участие в научно-методическом сопровождении государственного мониторинга сельскохозяйственных земель сельскохозяйственного назначения.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

### А

Абакумов Е.В. – 45  
Алябина И.О. – 237  
Ананьева Н.Д. – 52  
Ананьева Ю.С. – 177  
Андриянова Ю.М. – 209  
Анциферова О.А. – 6  
Атепаева О.С. – 89  
Ашихмина Т.Я. – 46, 141

### Б

Безденежных М.А. – 46  
Бекецкая О.В. – 49, 166  
Бондаренко Е.В. – 8  
Будажанова М.Ж. – 39  
Буллаткин Г.А. – 197  
Булгаков Д.С. – 10  
Бурков Н.А. – 46

### В

Васенев В.И. – 18  
Васенев И.И. – 13  
Васильев П.А. – 118  
Ветчинников А.А. – 164  
Водопьянов В.В. – 89

### Г

Гавриленко Е.Г. – 52  
Гавриш Н.С. – 55  
Гайдукова Н.Г. – 162  
Гайнуллина З.А. – 58  
Гареева А.Р. – 89  
Гендугов В.М. – 61  
Глазунов Г.П. – 61, 222  
Глебова И.В. – 64  
Голубева Е.А. – 209  
Горбань В.А. – 200  
Горбатов В.С. – 97, 132  
Горленко А.С. – 58, 213  
Горленко М.В. – 67

Греков В.А. – 16

Григориади А.С. – 89  
Григорьев В.Я. – 70  
Григорьян Б.Р. – 203, 206  
Гришко В.Н. – 73  
Гунина Е.А. – 129  
Гусакова Н. Н. – 209

### Д

Демиденко В.Г. – 210  
Дмитраков Л.М. – 78  
Дмитракова Л.К. – 78  
Дмитриева Г.А. – 209  
Дмитриева Л.А. – 109  
Долина В.В. – 76

### Е

Евдокимова М.В. – 61, 180  
Евсюков Т.А. – 111

### Ж

Жигачева Е.С. – 118

### З

Загурский А.М. – 82  
Зотов В.А. – 213

### И

Изосимов А.А. – 83

### К

Калмыков С.И. – 209  
Каниськин М.А. – 83, 86  
Карманов И.И. – 10  
Киреева Н.А. – 89  
Ковалев Д.В. – 31  
Ковалева Е.И. – 183  
Когут Б.М. – 92  
Козлова А.А. – 216  
Колесников С.И. – 94

Колупаева В.Н. – 97  
Комаров М.А. – 73  
Копнова Е.Д. – 28  
Кориновская О.Н. – 73  
Кошеленко Н.А. – 172  
Кудряшов С.В. – 100  
Кулачкова С.А. – 18, 20, 105  
Кузнецов А.В. – 115  
Куст Г.С. – 227

#### **Л**

Леонтьев Ю.Г. – 209  
Лисовицкая О.В. – 101  
Ломовцев И.С. – 105  
Лукьянчикова Е.В. – 107

#### **М**

Майстренко А.Н. – 16  
Майстренко Н.И. – 16  
Макаров А.О. – 18  
Макаров О.А. – 18, 52  
Макарова А.А. – 109  
Максименкова М.П. – 135  
Мальцева А.Н. – 169  
Мартын А.Г. – 111  
Масютенко Н.П. – 115  
Мельникова А.Д. – 118  
Мерициди И.А. – 175  
Мещеряков С.В. – 175  
Мирошниченко О.Н. – 64  
Можарова Н.В. – 20, 76, 101  
Морозов В.И. – 120  
Морозов И.В. – 120  
Музалевская А.А. – 124

#### **Н**

Накаряков А.В. – 219  
Никифоров Е.В. – 127  
Николаева Т.Г. – 203  
Никулина Ю.Г. – 186

#### **П**

Панкова Т.И. – 222  
Панов А.В. – 124  
Пахненко Е.П. – 129  
Петрунина О.Ю. – 132  
Пинский Д.Л. – 159  
Подколзин А.И. – 23  
Позняк С.П. – 25  
Попов А. И. – 135  
Попутников В.О. – 225  
Попутникова Т.О. – 127  
Припутина И.В. – 138  
Прущик А.В. – 234  
Пукальчик М.А. – 141

#### **Р**

Радзий В.Ф. – 144  
Рахлеева А.А. – 127, 148  
Решетина Т.В. – 189  
Розенталь О.М. – 28  
Розов С.Ю. – 227  
Романов О.В. – 228  
Русаков А.В. – 135, 151

#### **С**

Санжарова С.И. – 234  
Сапожников П.М. – 31  
Сарычев А.Е. – 232  
Сафронова А.А. – 35  
Сахабиев И.А. – 106  
Селеменова М.В. – 151  
Семиколенных А.А. – 127  
Сидорова И.И. – 172  
Смагин А.В. – 36, 154  
Судницын И.И. – 233  
Сунгатуллина Л.М. – 203  
Сухановский Ю.П. – 234  
Сычев В.Г. – 39  
Сыщикова О.В. – 73

#### **Т**

Тарасевич А.Ю. – 156

Темралеева А.Д. – 159  
Теплинская Л.Г. – 64  
Терехова В.А. – 41, 141, 148, 161  
Титарев Р.П. – 61  
Титова В.И. – 164  
Троицкий М.А. – 109  
Тутова О.А. – 64

### **Ф**

Филенко А.Г. – 237  
Фисенко В.И. – 13  
Флёсс А.Д. – 70

### **Х**

Хомяков Д.М. – 240  
Хорошилова Е.М. – 67, 193

### **Ч**

Чернова О.В. – 166  
Чуков С.Н. – 41

### **Ш**

Шабает В.П. – 169  
Шабанова А.В. – 42  
Шабанова И.В. – 172  
Шалова Л.М. – 39  
Шеромова А.В. – 76  
Шестакова М.В. – 61  
Шишконокова Е.А. – 10  
Шоба С.А. – 4, 5  
Шпинькова М.С. – 175  
Шпис Т.Э. – 177

### **Я**

Якименко О.С. – 41, 83  
Яковлев А.С. – 58, 61, 132, 180,  
183, 186, 189, 193, 213  
Яковлев С.А. – 183  
Якушев Н.Л. – 69

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                            |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                                                                                                                                                                                                                            | стр. |
| Состав организационного комитета.....                                                                                                                                                                                      | 3    |
| <i>Шоба С.А.</i> Вступительное слово.....                                                                                                                                                                                  | 4    |
| СЕКЦИЯ 1.                                                                                                                                                                                                                  |      |
| СЕРТИФИКАЦИЯ И ПАСПОРТИЗАЦИЯ ПОЧВ ЗЕМЕЛЬ<br>РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ И ДРУГИХ ПРИРОДНЫХ<br>КОМПОНЕНТОВ – ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ<br>ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА.....                                                           | 6    |
| <i>Анциферова О.А.</i> Проблема агроэкологической паспортизации<br>земель сельскохозяйственных угодий.....                                                                                                                 | 6    |
| <i>Бондаренко Е.В.</i> Проблемы сертификации почв на землях, про-<br>шедших рекультивационные работы.....                                                                                                                  | 8    |
| <i>Булгаков Д.С., Карманов И.И., Шишконокова Е.А.</i> Методологи-<br>ческие аспекты почвенно-агроклиматической оценки пахотных<br>земель России для кадастровых целей.....                                                 | 10   |
| <i>Васенев И.И., Фисенко В.И.</i> Информационно-методическое<br>обеспечение агроэкологической паспортизации земель и опти-<br>мизации агротехнологий с учетом регионально-локальных осо-<br>бенностей почв и хозяйств..... | 13   |
| <i>Майстренко Н.И., Греков В.А., Майстренко А.Н.</i> Проблемы сер-<br>тификации земель сельскохозяйственного назначения в<br>Украине.....                                                                                  | 16   |
| <i>Макаров О.А., Кулачкова С.А., Васенев В.И., Макаров А.О.</i> Кри-<br>терии оценки качества почв для целей их последующей экологи-<br>ческой сертификации.....                                                           | 18   |
| <i>Можарова Н.В., Кулачкова С.А.</i> Сертификация газогенерирую-<br>щих почв и грунтов.....                                                                                                                                | 20   |
| <i>Подколзин А.И.</i> Паспортизация почв сельскохозяйственных угод-<br>ий и проблемы рационального землепользования в Ставрополь-<br>ском крае.....                                                                        | 23   |
| <i>Позняк С.П.</i> Система стандартов качества почв в Украине.....                                                                                                                                                         | 25   |
| <i>Розенталь О.М., Копнова Е.Д.</i> Техническое регулирование на<br>службе рационального землепользования.....                                                                                                             | 28   |

|                                                                                                                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Сапожников П.М., Ковалев Д.В.</i> Концепция формирования и использования государственных информационных ресурсов о землях сельскохозяйственного назначения.....                                                            | 31 |
| <i>Сафронова А.А.</i> Проблема сертификации конструкторов.....                                                                                                                                                                | 35 |
| <i>Смагин А.В.</i> Инвентаризация и паспортизация почвенных ресурсов г. Москвы.....                                                                                                                                           | 36 |
| <i>Сычев В.Г., Шалова Л.М., Будажапова М.Ж.</i> Роль технического комитета по стандартизации ТК 025 «Качество почв и грунтов» в формировании нормативной базы оценки соответствия почв, грунтов и органических удобрений..... | 39 |
| <i>Чуков С.Н., Терехова В.А., Якименко О.С.</i> Проблемы сертификации эффективности гуминовых препаратов.....                                                                                                                 | 41 |
| <i>Шабанова А.В.</i> Экологическая паспортизация почв городских рекреационных объектов.....                                                                                                                                   | 42 |
| СЕКЦИЯ 2.                                                                                                                                                                                                                     |    |
| ОЦЕНКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ: ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ, МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....                                                                                                           | 45 |
| <i>Абакумов Е.В.</i> Правовые основы и практика осуществления ОВОС в Антарктиде.....                                                                                                                                          | 45 |
| <i>Безданежных М.А., Ашихмина Т.Я., Бурков Н.А.</i> Оценка состояния антропогенного загрязнения атмосферного воздуха и проблемы экологического нормирования г. Кирова.....                                                    | 46 |
| <i>Бекецкая О.В.</i> Фоновые концентрации загрязняющих веществ в экологическом нормировании.....                                                                                                                              | 49 |
| <i>Гавриленко Е.Г., Ананьева Н.Д., Макаров О.А.</i> Микробиологические показатели для экологической оценки почв территории (Московская область).....                                                                          | 52 |
| <i>Гавриш Н.С.</i> Правовое обеспечение экологической стандартизации и нормирования в сфере охраны земель и воспроизводства плодородия почв в Украине.....                                                                    | 55 |
| <i>Гайнуллина З.А., Горленко А.С., Яковлев А.С.</i> Экологическое нормирование допустимого воздействия от размещения отходов на окружающую среду.....                                                                         | 58 |

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Глазунов Г.П., Гендугов В.М., Яковлев А.С., Титарев Р.П., Евдокимова М.В., Шестакова М.В.</i> Научные основы экологической оценки состояния почвы и нормирования ее качества.....      | 61 |
| <i>Глебова И.В., Тутова О.А., Теплинская Л.Г., Мирошниченко О.Н.</i> Оценка распределения йода в почвах Курской области.....                                                              | 64 |
| <i>Горленко М.В., Хорошилова Е.М.</i> Применение мультисубстратного тестирования почвенных микробных сообществ в экологическом нормировании городских почв.....                           | 67 |
| <i>Григорьев В.Я., Флесс А.Д., Якушев Н.Л.</i> Оперативная оценка противозрозионной стойкости почв.....                                                                                   | 70 |
| <i>Гришко В.Н., Сыщикова О.В., Кориновская О.Н., Комаров М.А.</i> Использование биологических критериев для оценки состояния почв и их экологического нормирования.....                   | 73 |
| <i>Долина В.В., Шеромова А.В., Можарова Н.В.</i> Экологическая оценка газогенерирующих почв и грунтов на территориях, отведенных под строительство.....                                   | 76 |
| <i>Дмитраков Л.М., Дмитрикова Л.К.</i> Нормирование содержания тяжелых металлов в почвах.....                                                                                             | 78 |
| <i>Загурский А.М.</i> Использование магнитной восприимчивости почв для оценки распространения техногенного загрязнения вдоль автодорог.....                                               | 82 |
| <i>Изосимов А.А., Каниськин М.А., Якименко О.С.</i> Химическое состояние почвогрунтов с внесением фосфогипса в модельном эксперименте.....                                                | 83 |
| <i>Каниськин М.А., Терехова В.А.</i> Нормирование содержания фосфогипса в почвогрунтах на основе реакции биотест-систем разного таксономической принадлежности и трофического уровня..... | 86 |
| <i>Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Гризориади А.С., Гареева А.Р., Атепаева О.С.</i> Мониторинг биоремедиации нефтезагрязненных почв по показателям биологической активности.....           | 89 |
| <i>Козут Б.М.</i> Агроэкологический принцип нормирования внесения (поступления) легковозобновляемого органического вещества в пахотные почвы.....                                         | 92 |
| <i>Колесников С.И.</i> Нормирование химического загрязнения почв по степени нарушения их экологических функций.....                                                                       | 94 |

|                                                                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Колупаева В.Н., Горбатов В.С.</i> Определение прогнозируемых концентраций пестицидов в грунтовых водах в процессе регистрации.....                                                                      | 97  |
| <i>Кудряшов С.В.</i> Оценка и нормирование экологического состояния почв в условиях воздействия медно-никелевого производства.....                                                                         | 106 |
| <i>Лисовицкая О.В., Можарова Н.В.</i> Аналитическое обоснование использования сигнального уровня в нормировании нефтезагрязненных почв.....                                                                | 107 |
| <i>Ломовцев И.С., Кулачкова С.А.</i> Оценка экологической опасности газопрооявления на рекультивированных полях фильтрации..                                                                               | 108 |
| <i>Лукьянчикова Е.В.</i> Оценка состояния окружающей среды в деятельности субъектов экологического предпринимательства.....                                                                                | 107 |
| <i>Макарова А.А., Троицкий М.А., Дмитриева Л.А.</i> Экологическая оценка загрязнения почв юга Украины тяжелыми металлами.....                                                                              | 109 |
| <i>Мартын А.Г., Евсюков Т.А.</i> Проблемы нормирования в сфере охраны земель в Украине.....                                                                                                                | 111 |
| <i>Масютенко Н.П., Кузнецов А.В.</i> Оценка влияния степени агрогенного воздействия на экологическое состояние почвы.....                                                                                  | 115 |
| <i>Мельникова А.Д., Жигачева Е.С., Васильев П.А.</i> К вопросу о загрязнении почв серного административного округа г. Москвы тяжелыми металлами и бенз(а)пиреном.....                                      | 118 |
| <i>Морозов И.В., Морозов В.И.</i> Принципы инвентаризации и нормативной эколого-экономической оценки накопленного ущерба на базе геохимического исследования почв чрезвычайно загрязненных территорий..... | 120 |
| <i>Музалевская А.А., Панов А.В.</i> Прогноз уровней загрязнения почв <sup>137</sup> Cs, обеспечивающих производство нормативно чистой продукции растениеводства.....                                       | 124 |
| <i>Никифоров Е.В., Попутникова Т.О., Рахлеева А.А., Семиколенных А.А.</i> Воздействие на состояние окружающей среды отходов карбида кальция.....                                                           | 127 |
| <i>Пахненко Е.П., Гунина Е.А.</i> Экологическое нормирование осадков сточных вод для применения их в агрикультуре.....                                                                                     | 129 |
| <i>Петрунина О.Ю., Горбатов В.С., Яковлев А.С.</i> Нормирование пестицидов в почве: пересмотр подходов.....                                                                                                | 132 |

|                                                                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Попов А.И., Русаков А.В., Максименкова М.П.</i> Оценочные и диагностические критерии качественного состава почвенного органического вещества.....                                          | 135 |
| <i>Припутина И.В.</i> Анализ законодательно-нормативной и методической базы для целей нормирования допустимых нагрузок атмосферных поллютантов на наземные экосистемы.....                    | 138 |
| <i>Пукальчик М.А., Терехова В.А., Ашихмина Т.Я.</i> Сравнение чувствительности тест-культур разных трофических уровней при эко-токсикологической оценке урбаноземов Кирова.....               | 141 |
| <i>Радзий В.Ф.</i> Охрана земель в Украине: стандартизация и нормирование.....                                                                                                                | 144 |
| <i>Рахлеева А.А., Терехова В.А.</i> «Технологии биотестирования в экологическом контроле» – инновационная образовательная программа на факультете почвоведения МГУ.....                       | 148 |
| <i>Русаков А.В., Селеменова М.В.</i> Сравнительная характеристика современных российских методик оценки почвенного плодородия агропочв (на примере агрокатены, Московская область).....       | 151 |
| <i>Смагин А.В.</i> Триггерные модели функционирования биологических и биокосных ресурсов и их использование в целях экологического нормирования.....                                          | 154 |
| <i>Тарасевич А.Ю.</i> Влияние загрязнения почв нефтью, дизельным топливом, машинным маслом на дождевых навозных червей, их репродуктивную способность.....                                    | 156 |
| <i>Темралеева А.Д., Пинский Д.Л.</i> Цианобактерии: перспективные объекты для биотестирования почв, загрязненных тяжелыми металлами.....                                                      | 159 |
| <i>Терехова В.А.</i> Обзор о «весомости» биотических индексов в оценке экологического риска и нормировании («weight-of-evidence» approach).....                                               | 161 |
| <i>Титова В.И., Ветчинников А.А.</i> Проблемы и основы методологии нормирования агрохимической нагрузки на механически нарушенные почвы при возвращении их в сельскохозяйственный оборот..... | 164 |
| <i>Чернова О.В., Бекецкая О.В.</i> Нормирование валового содержания микроэлементов и тяжелых металлов в почвах России и Европейских стран.....                                                | 166 |

|                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Шабаев В.П., Мальцева А.Н.</i> Эффективность стимулирующих рост растений ризосферных бактерий в условиях загрязнения почвы.....                                      | 169 |
| <i>Шабанова И.В., Гайдукова Н.Г., Кошеленко Н.А., Сидорова И.И.</i> Об оценке загрязнения пахотных угодий и продукции растениеводства тяжелыми металлами.....           | 172 |
| <i>Шпинькова М.С., Мецераков С.В., Мерицки И.А.</i> Повышение экологической безопасности и эффективности при обращении с твердыми отходами нефтедобычи.....             | 175 |
| <i>Шпис Т.Э., Ананьева Ю.С.</i> Биотестирование в системе агроэкологического мониторинга.....                                                                           | 177 |
| <i>Яковлев А.С., Евдокимова М.В.</i> Принципы экологического нормирования почв земель разного хозяйственного назначения.....                                            | 180 |
| <i>Яковлев А.С., Ковалева Е.И., Яковлев С.А.</i> Опыт экологической оценки земель при выборе направления рекультивации.....                                             | 183 |
| <i>Яковлев А.С., Никулина Ю.Г.</i> Некоторые подходы к разработке нормы содержания нефтепродуктов в почвах (ДОСНП) территорий разного хозяйственного использования..... | 186 |
| <i>Яковлев А.С., Решетина Т.В.</i> Методологические принципы экологического нормирования почв и управления их качеством (экоменеджмент почв).....                       | 189 |
| <i>Яковлев А.С., Хорошилова Е.М.</i> Обследование городских почв в свете развития законодательства в области их охраны и использования.....                             | 193 |
| <br>СЕКЦИЯ 3.                                                                                                                                                           |     |
| ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ<br>ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ - ЗАЛОГ РАЦИОНАЛИЗАЦИИ<br>ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ.....                                             | 197 |
| <i>Булаткин Г.А.</i> Плодородие почв агроэкосистем и проблемы производства биотоплива второго поколения из растительного сырья .....                                    | 197 |
| <i>Горбань В.А.</i> О закономерностях накопления эолово-почвенных отложений в лесных культурбиогеноценозах степной зоны Украины.....                                    | 200 |

|                                                                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Григорьян Б.Р., Николаева Т.Г., Сунгатуллина Л.М.</i> Органическое земледелие как перспективная форма сельскохозяйственного землепользования в России.....                                     | 203 |
| <i>Григорьян Б.Р. Сахабиев И.А.</i> Территория государственных сортоиспытательных участков как модель пунктов мониторинга почв земель сельскохозяйственного назначения.....                       | 206 |
| <i>Гусакова Н. Н., Калмыков С.И., Андриянова Ю.М., Дмитриева Г.А., Голубева Е.А., Леонтьев Ю.Г.</i> Скрининговая оценка трансформации состояния почв некоторых районов степной зоны Поволжья..... | 209 |
| <i>Демиденко В.Г.</i> Оптимизация землепользования – залог сохранения почвенных ресурсов и улучшения их плодородия в условиях центральной лесостепи Украины.....                                  | 210 |
| <i>Зотов В.А., Горленко А.С., Яковлев А.С.</i> Перспективы использования осадков сточных вод для рекультивации нарушенных земель.....                                                             | 213 |
| <i>Козлова А.А.</i> Применение эколого-функционального подхода в изучении почв Южного Предбайкалья, осложненных палеокриогенезом.....                                                             | 216 |
| <i>Накаряков А.В.</i> Графическая модель форм кислотности и известкования.....                                                                                                                    | 219 |
| <i>Панкова Т.И., Глазунов Г.П.</i> Оптимальные параметры состава органического вещества чернозема типичного для ячменя в зависимости от местоположения в рельефе.....                             | 222 |
| <i>Попутников В.О.</i> Оптимизация землепользования парковых территорий г. Москвы (на примере парков «Покровское-Стрешнево» и «Тушинский»).....                                                   | 225 |
| <i>Розов С.Ю., Куст Г.С.</i> Оптимизация агротехнологии сои на основе методики оценки почвенно-экологических рисков.....                                                                          | 227 |
| <i>Романов О.В.</i> Оценка физического состояния почвы при функционально-экологической оптимизации землепользования.....                                                                          | 228 |
| <i>Сарычев А.Е.</i> Создание альбомов эталонных дешифровочных признаков как метод составления контурных основ для почвенно-экологических карт.....                                                | 232 |

|                                                                                                                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Судницын И.И.</i> Экологические нормативы увлажненности – теоретическая основа рационального использования мелиорированных почв.....                                                | 233 |
| <i>Сухановский Ю.П., Санжарова С.И., Пруцик А.В.</i> Количественная оценка почвенных ресурсов.....                                                                                     | 234 |
| <i>Филенко А.Г., Алябина И.О.</i> Оценка эффективности использования почв и земельных ресурсов Краснодарского края по сопоставлению фактической и нормативной урожайности культур..... | 237 |
| <i>Хомяков Д.М.</i> Развитие системы государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения.....                                                                         | 240 |
| Алфавитный указатель авторов.....                                                                                                                                                      | 244 |

