

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

УДК 631.51

### СОХРАНЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДородия ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ СТРЕССОВ

**Т.В. Кулаковская**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Белорусский государственный экономический университет

**Б.Ф. Апарин**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Санкт-Петербургский государственный университет

**Ключевые слова:** плодородие, деградация почв, агроландшафты, геоинформационные технологии, Интернет-технологии

#### **Введение**

В период 1-4 марта 2011 г. на базе кафедры почвоведения и экологии почв Санкт-Петербургского государственного университета состоялась Международная конференция, посвященная 165-летию В.В. Докучаева на тему «Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России». В это же время проходила Всероссийская научная конференция XIV Докучаевские молодёжные чтения «Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов». Участниками конференции были представители из разных стран: России, Азербайджана, Беларуси, Германии, Ирана, Казахстана, Молдовы, Узбекистана, Украины, Турции. Необходимо отметить, что представленные научные результаты затронули всю территорию России: от Калининграда до острова Сахалин, от г. Мурманска до г. Биробиджан, что свидетельствует о большом внимании исследователей к вопросам почвоведения, проблемам деградации почв и снижения почвенного плодородия.

Данная международная конференция была организована таким образом, что деление на секции проводилось не только тематически, но и по возрастным критериям: секции для школьников из различных регионов России и Молдовы, секции для студентов и аспирантов, секции для научных сотрудников и преподавателей из России и зарубежных стран. Заседание секций прошло не только в самом университете, но и в Большом зале Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева, что подтверждает актуальность и значимость данного научного форума.

Материалы конференции были изданы в двух сборниках: по результатам Международной конференции и Всероссийской научной конференции. Данные мероприятия – хорошая возможность проанализировать основные научные направления в почвоведении.

нии и изучить различные методики исследований. Преемственность поколений и обмен опытом в этом случае является залогом успешной интеграции образования, науки и практики, что, безусловно, способствует устойчивому развитию любого государства.

В ходе конференции работало пять секций:

1. Информационные технологии в почвоведении и охране окружающей среды;
2. Экология и охрана почв;
3. Агроэкологический потенциал почв России и продовольственная безопасность.

Докучаевский план преобразования природы и борьбы с засухой: новые вызовы;

4. Проблемы адаптации сельского хозяйства России к критическим ситуациям и предотвращения природных катастроф;

5. Образование и просветительская деятельность в области рационального использования и охраны почвенных ресурсов.

Анализируя представленную на пленарных и секционных заседаниях информацию, а также опубликованные материалы, необходимо отметить, что проблемы в области теории и практики почвоведения, независимо от территориальной принадлежности в пределах России и других стран, практически одинаковые. Однако различия проявляются в методических подходах и технической оснащённости, но и эти грани стираются, когда научные исследования выполняются на уровне международных проектов.

Конференция была посвящена 165-летию В.В.Докучаева, поэтому в большинстве представленных докладов исследователи отмечали неоценимый вклад учёного в развитие научного и практического направления почвоведения. Более того, исходя из опыта засушливого вегетационного периода 2010 года, был заново проанализирован опыт создания Докучаевского комплекса в Каменной степи в качестве фундаментальной, научной и практической основы борьбы с засухой и создания устойчивого земледелия в России. Напомним, экспедиция В.В. Докучаева начала работу в 1892 году на трёх опытных участках. На территории Каменной степи был создан уникальный комплексный стационар по изучению состояния окружающей природной среды и определению эффективных мероприятий по борьбе с засухой. Учёные установили причины засухи и предложили меры, способствующие устойчивому земледелию в этом регионе. Достоверность теории и правильность разработанных рекомендаций подтвердило принятое в 1948 г. Правительством СССР решение «О плане ползащитных насаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоёмов для обеспечения высоких и устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР», в основе которого находились результаты исследований В.В. Докучаева, П.А. Костычева, В.Р. Вильямса.

Разработанный экспедицией комплекс мер по борьбе с засухой исправно выполняет свои функции в течение 120 лет, что подтверждает актуальность наследия В.В. Докучаева. С учётом этого, в засушливых регионах России появляются на базе новой эко-

лого-ландшафтной основе современные агро-лесомелиоративные комплексы, которые обеспечивают защиту от природной стихии и позволяют получать устойчивые урожаи.

С 1992 г. в России развиваются ландшафтно-экологические подходы в земледелии, которые базируются на использовании научного наследия, развития новых методических подходов к управлению агроландшафтами с учётом экологических ограничений и оптимизации сельскохозяйственной системы – ферма-поле-луг. Проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия требует совершенствования агрогеоинформационных систем, которые содержат все данные агроэкологических условий для использования. Большое внимание в оптимизации земледелия уделяется противоэрозионной организации территорий при крутизне склонов более 1,50. В этих случаях интенсивность регулирования поверхностного стока и условия ландшафта определяют тип противоэрозионной организации территории (контурный, контурно-полосный, контурно-мелиоративный). Развитие адаптивно-ландшафтных систем земледелия предусматривает совершенствование природоохранных мероприятий на особо охраняемых природных территориях, гармонизацию объектов природы и возможности их использования в агрономической практике для опыления, биологической защиты растений, увеличения биоразнообразия.

До настоящего времени остаётся большой проблемой борьба с борщевиком Сосновского. Это растение было интродуцировано в ассортимент возделываемых сельскохозяйственных кормовых культур, что решило на определённый период времени проблемы получения зелёного корма. Необходимо отметить, что этот вид малораспространённых кормовых растений был рекомендован достаточно быстро к интродукции, однако не прошёл все этапы селекционного процесса, что в свою очередь оказало воздействие на морфологические особенности развития. Это проявилось в разном времени наступлении фенологических фаз, разнокачественности корма и проявлении вредного воздействия на живые организмы в виде ожогов кожного покрова и слизистой оболочки в условиях солнечного освещения. Более того, при обсеменении растение образует огромное количество семян, которые уже сформировали большой запас в почве. Поэтому даже после отказа от возделывания данной культуры в полевых условиях, возобновление растений борщевика Сосновского происходит в больших масштабах и в различных экологических условиях. Методы борьбы существуют, но они либо очень затратны, либо требуют использования химических средств защиты, что увеличивает экологическую нагрузку на биоту почвы и в целом оказывает негативное влияние на экосистемы окружающей природной среды.

Управление почвенными ресурсами является наиболее значимой проблемой для осуществления дальнейшей хозяйственной деятельности человечества. В ходе обсуждения данного вопроса учёные определили ключевые моменты в управлении почвенными ресурсами:

- разработка единой системы геоинформационного мониторинга и совершенствование процесса картографирования состояния земельных ресурсов;
- совершенствование системы критериев и экономического механизма для стимулирования рационального землепользования;
- развитие системы инвестирования с целью повышения качества земельных ресурсов;
- активное использование системы социальной рекламы ценности земельных ресурсов как национального достояния;
- усиление координации между органами государственного управления в области землепользования и управления качеством земельных ресурсов;
- согласованность и гармонизация международных и национальных стандартов и систем сертификации в области управления качеством земельных ресурсов;
- создание и развитие национальных конкурентоспособных технологий для рационального землепользования в различных отраслях народного хозяйства с целью последующей интеграции в мировое сообщество.

Проблемы деградации почв и их исследования являются наиболее актуальными в настоящее время. Этот процесс является ответной реакцией природных экосистем на антропогенный прессинг, который не учитывает все законы функционирования почв. Учёные и практики свидетельствуют, что при деградации почв активно возрастают затраты различных ресурсов (природных, энергетических, технических, финансовых) для обеспечения стабильных показателей продуктивности сельскохозяйственных культур и почвенного плодородия, а также введение ограничений на антропогенную деятельность. В настоящее время производители сельскохозяйственной продукции во многих регионах ограничены в финансовых и материальных средствах для производства рентабельной и экологически безопасной продукции. При этом в большинстве случаев сельскохозяйственные производители не учитывают ущерб, который наносится сельскохозяйственным угодьям в процессе деградации почв. Только от эрозии почв, по данным учёных России, ущерб составляет 18-25 млрд. рублей в год, что приводит к снижению урожайности на 50-60%. Необходимо отметить, что этим процессам подвержены в основном наиболее населённые территории Европейские части России, где производится более 70% сельскохозяйственной продукции. Согласно результатам исследований Почвенного института имени В.В. Докучаева, уровень плодородия пашни снизился на 10%-12%, что соответствует ежегодной потере продукции на 3,5-4 млрд. долларов США. За последние 25 лет в среднем по стране содержание гумуса в почве уменьшилось на 0,5%. При нарастающем дефиците фосфора, калия, кальция, отрицательный баланс NPK составил около 100 кг/га в год. Соответственно в этих условиях возрастает уровень риска для тех, кто принимает участие в организации земельного рынка.

Исследователи установили основные проблемы (научные, организационные, со-

циальные) и причины деградации почв (природные и антропогенные):

- отсутствие чётких критериев при определении и разделении природных и антропогенных процессов деградации почв;

- несоблюдение всех рекомендуемых элементов агротехнических и технологических мероприятий при их использовании на земельных участках, подверженных процессам деградации;

- несвоевременность применения рекомендованных методов мелиорации или рекультивации, способствующих предотвращению деградации и восстановлению почвенного плодородия;

- недостаточная точность прогноза разных видов деградации почв и реальность возникновения одних видов деградации почв при использовании мер борьбы с другими видами;

- ограниченное использование информационных технологий и методов математического моделирования при исследовании деградации почв;

- отсутствие достоверных признаков дешифрования, которые ослабляют диагностику процессов деградации почв при картографировании по материалам дистанционного зондирования;

- несовершенство существующего экономического механизма, ориентированного на воспроизводство почвенного плодородия.

Для России, в связи с масштабами территории и ярко выраженной зональностью, важным аспектом развития научного и практического направления почвоведения являются источники информации и точность количественной оценки земельных ресурсов. Анализ существующих оценочных данных подсчётов площадей почв России показал, что они выполнялись в 1927 г., 1932 г., 1938 г., 1946 г., 1959 г., 1968 г., 1974 г., 1987 г., а позднее имеются только отдельные публикации по областям. Исследователи выявили как позитивные аспекты (накопление информации, уточнение оценки площади почв, возможность рационального использования земель), так и негативные (со временем изменяется структура земель; крупномасштабное картографирование проводили только для сельскохозяйственных земель, что оставило неизученными многие площади на севере и в азиатской части; искажение топографической основы вызывало появление погрешности при подсчёте площади почв). С целью устранения и нивелирования указанных недостатков учёные предлагают разработку цифровых геореференсированных почвенных карт. В Почвенном институте им. В.В. Докучаева создана технология поточного перевода листов Государственной почвенной карты в цифровой (электронный) вид с коррекцией картографических искажений бумажных вариантов по результатам дистанционного зондирования, цифровых моделей рельефа и т.д. Разработанная таким образом в институте ГИС карта «Почвы России» позволяет анализировать состояние почвенных ресурсов страны и принимать решения для развития народного хозяйства и охраны окружающей природ-

ной среды.

Активный процесс развития Интернет-технологий способствует разработке новых направлений и их адаптации в почвоведении. Создание электронной библиотеки по биоразнообразию растительного и животного мира позволили учёным Сибири (Институт почвоведения и агрохимии СО РАН) разработать новую тематическую электронную библиотеку по направлению «Почвы Сибири». Документ подробно и тщательно структурирован с указанием следующих параметров: почвенный тип (согласно классификации 2004 г.), административные районы, диагностические признаки, формула почвенных горизонтов, глубина залегания грунтовых вод, реакция почвенной среды (рН), комментарии. Данный документ имеет возможности для размещения иллюстративной, цифровой и статистической информации, а также их постоянному обновлению. Более того, планируется дальнейшая разработка по направлению «Почвенные разрезы», что позволит в реальном времени получить многогранную информацию для принятия планируемых и прогнозных хозяйственных и природоохранных мероприятий.

Интенсивная разработка месторождений приводит к нарушению комплекса природных экосистем. Освоение новых территорий и бесконтрольная эксплуатация земельных угодий способствует значительному расширению деградированных почв, которые подвержены значительному загрязнению. В последнее время техногенная трансформация почв приобретает масштабный характер, а в результате без применения специальных природоохранных мероприятий использовать по целевому назначению эти земли невозможно. Большинство представленных докладов отрицательно характеризуют влияние деятельности промышленных комплексов и предприятий по добыче и переработке природных ресурсов, а также производству промышленной продукции на окружающую природную среду. Учёные разрабатывают и предлагают природоохранные мероприятия (профилактические, организационные, технологические), способствующие снижению антропогенного прессинга на почвы:

- предотвращение деградации земель;
- мероприятия по реабилитации загрязнённых и нарушенных почв, рекультивации нарушенных земель, консервации нарушенных территорий.

Разработка и использование современных технологий в этой области является залогом экологической стабильности в каждом регионе. С этой целью предложена концепция «природовосстановления», которая опирается на принцип системности и функции экологической сукцессии, как основы самовосстановления всей экосистемы, а не отдельных её частей. Данный подход требует модернизации к восстановлению нарушенных экосистем. При нарушении почвенного покрова рекомендуется провести искусственное залужение многолетними травами и дать возможность сформироваться травянистой экосистеме и биогенно-аккумулятивному слою. В процессе ассимиляции и самовосстановительной стадии сукцессии происходит замещение на зональный тип расти-

тельности. Данная концепция расширяет представления о рекультивации земель и отражает взаимодействие всех компонентов экосистемы, участвующих в круговороте органических и минеральных веществ.

В связи с урбанизацией более половины населения планеты в настоящее время проживает в городской среде. И сегодня человеку не безразлично состояние окружающих условий, в которых он существует. Городские почвы (урбанозёмы) характеризуются широким диапазоном вариабельности физико-химических свойств (переуплотнение, высокий уровень содержания загрязняющих веществ, дисбаланс элементов минерального питания, засоленность, повышенная кислотность) в сравнении с зональными почвами в естественном состоянии. О постоянном процессе аккумуляции тяжёлых металлов (Pb, Zn, Mn, Cu, Cd) в городских почвах свидетельствуют практически все результаты представленных исследований. При этом большинство авторов указывают, что содержание превышает ПДК.

Для получения достоверных сведений о состоянии окружающей среды и условиях произрастания зеленых насаждений (как основного источника кислорода и потребителя углекислого газа), прогноза развития экологической ситуации в городских условиях целесообразно проведение геохимического мониторинга. В настоящее время использование физико-химических методов для анализа почвенных образцов требует значительных финансовых затрат, а результаты не всегда и в полной мере отражают реальную картину их экотоксикологического состояния. Распространёнными методами экологического контроля состояния городских почв, по мнению учёных, являются методы биомониторинга, которые наряду с геохимическими исследованиями позволяют с наибольшей вероятностью определить токсичность почвы при наименьших затратах. Лихеноиндикация, фитотестирование (биотестирование при помощи высших растений) дают возможность оценить экотоксикологическое состояние почвы и являются составной частью при проведении мониторинговых наблюдений в условиях города (о чём свидетельствуют результаты многочисленных исследований, проведённых в населённых пунктах).

В целях прогнозирования развития экологической ситуации в городских условиях необходимо обратить внимание, что использование существующих нормативов ПДК загрязняющих веществ в городских почвах не всегда отвечает современным требованиям. В странах ЕС применяют комплексные нормативы и стандарты, которые дифференцированы по предназначению территорий. В связи с этим необходимо внести изменения в существующую нормативную документацию по нормированию загрязняющих веществ в городских почвах (ПДК и ОДК) с учетом изменения показателей в зависимости от характера использования территорий: детские площадки, жилые зоны, парки и рекреационные места, промышленные зоны, сельскохозяйственные земли. В настоящее время в Беларуси (первой из стран СНГ) начали использовать принцип зонирования при утверждении нормативов ПДК тяжёлых металлов в почвах населённых пунктов (Постановление Мини-

стерства здравоохранения Республики Беларусь от 4 августа 2010 г. № 107 «Об утверждении нормативов предельно допустимых концентраций валового содержания ртути и мышьяка в землях (включая почвы), расположенных в границах населённых пунктов, для различных видов территориальных зон по преимущественному функциональному использованию территорий населённых пунктов»).

В связи с тем, что на конференции было представлено много результатов исследований по экологии и охране городских почв, учёные в своих работах использовали разные классификации. Все единодушно пришли к выводу, что настало время для систематизации знаний в этой области и разработки унифицированной классификации почв (земель, грунтов, урбанозёмов и т.д.), находящихся в городских условиях.

Интеграция стран СНГ в мировую экономику, а также активизация внешнеэкономической деятельности и продвижение продукции на международные рынки требуют реформирования законодательной и нормативно-правовой основы для проведения работ по техническому нормированию и стандартизации в области охраны окружающей среды и природопользования.

Управление и использование почвенных ресурсов в современном мире свидетельствует, что дисциплина почвоведение является востребованной и необходимой в комплексе естественнонаучного образования. Подготовкой специалистов в данной области занимаются институты, академии и университеты сельскохозяйственного профиля, часто педагогические вузы. Однако процесс подготовки и трудоустройства молодых специалистов сопровождаются проблемами субъективного и объективного характера: сформированная в обществе приоритетность других специальностей; многогранная подготовка выпускника и достаточно узкий спектр предлагаемых рабочих мест по специальности; демографическая ситуация.

Многие участники конференции, являющиеся представителями вузов и исследовательских институтов, предложили различные решения данных проблем. Необходимо использовать в учебных планах и образовательных программах элементы прикладного характера: оценка, нормирование и сертификация почв, технологии мелиорации и рекультивации почв, эколого-экономическая оценка различных видов ущерба при разных видах использования земельных ресурсов.

Для повышения конкурентоспособности на рынке труда необходимо в процессе обучения предоставить возможность студенту освоить дополнительную специальность (информатика или иностранный язык), а также развивать у обучающихся лидерские и организационные факторы поведения. Определённый интерес в этом плане представляет опыт Томского государственного университета, где создана некоммерческая экологическая организация «ЭЦ Стриж». В рамках разработки природоохранной тематики студенты выполняют научные проекты, ведут поиск источников финансирования и реализуют результаты исследований на практике.



По мнению учёных, лесные пожары 2010 г. свидетельствовали, что необходимо усилить подготовку специалистов по изучению особенностей лесных пожаров и развивать новые направления по способам их тушения. При этом необходимо осознавать, что экологическая составляющая при подготовке данных специалистов должна быть в доминанте, чтобы применяемые методы и технологии тушения пожаров не превышали предельно допустимые экологические нагрузки на экосистемы и обеспечивали снижение ущерба, наносимого окружающей природной среде

Таким образом, в материалах конференции приведены результаты исследований агроэкологического потенциала почв, как основы продовольственной и экологической безопасности. Рассмотрены вопросы адаптации сельского хозяйства к критическим ситуациям, внедрения почвосберегающих технологий и научной организации территории. Представлены результаты исследований генезиса и происхождения почв, влияния природных и антропогенных стрессов на свойства и строение различных типов почв, изменения экологических функций почв, а также вопросы сохранения и повышения естественного почвенного плодородия в условиях стрессов. Отдельные разделы посвящены информационным технологиям и образовательной деятельности в области охраны окружающей среды.

#### **Литература**

1. Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России: материалы Международной научной конф., Санкт-Петербург, 1-4 марта 2011 г. / С.-Петерб. гос. ун-т; под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб.; 2011. – 538 с.
2. Почвы в условиях природных и антропогенных стрессов: материалы Всероссийской научной конференции XIV Докучаевские молодёжные чтения, Санкт-Петербург, 1-4 марта 2011 г. / С.-Петерб. гос. ун-т; под ред. Б.Ф. Апарина. – СПб.; 2011. – 436 с

#### **Summary**

***Kulakovskaya T.V., Aparin B.F.***

#### **CONSERVING AND INCREASING OF SOIL FERTILITY UNDER NATURAL AND ANTHROPOGENIC STRESS**

*It is considered in materials the main trends and results of studies of agroecological potential of soils as the basis for food and environmental security. It is also considered the problems of agriculture adapting to critical situations, the introduction of soil conservation technologies and scientific organization of the territory. It is analyzed aspects of the development of GIS and Internet technologies for the stabilization of the processes of land degradation and improvement in mapping. It is presented the results of studies of natural and anthropogenic stresses on soil properties and changes of their ecological functions, as well as preserving and enhancing natural soil fertility under stress.*

*Поступила 25 марта 2011 г.*