

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ОО «БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО»
ОО «БЕЛОРУССКОЕ ОБЩЕСТВО ПОЧВОВЕДОВ»
МЕЖВУЗОВСКИЙ НАУЧНО-КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ ПО
ПРОБЛЕМАМ ЭРОЗИОННЫХ, РУСЛОВЫХ
И УСТЬЕВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ МГУ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Международной научно-практической
конференции, посвященной
70-летию кафедры почвоведения БГУ
16 – 20 сентября 2003 г.

Минск
2003

УДК 528.9:681.3 (476+47+57)

ББК 26.17 (4Бел)

П 78

Р е ц е н з е н т

д-р геогр. наук, проф. *В.Н. Киселев*

д-р геогр. наук, доцент *П.С. Лопух*

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я :

В.С. АНОШКО, д-р геогр. наук, проф.

А.Ф. ЧЕРНЫШ, канд.с.-х. наук, доцент

Н.К. ЧЕРТКО, д-р геогр. наук, проф.

Теоретические и прикладные вопросы изучения и использования почвенно-земельных ресурсов: Тезисы Международной науч.-практической конф., посвященной 70-летию кафедры почвоведения БГУ 16-20 сент. 2003 г.

Отв. ред. В.С.Аношко.— Мн.: БГУ, 2003-282 с.

ISBN 985-445-265-4.

Конференция посвящается 70-летию образования кафедры почвоведения БГУ. Рассмотрены общие вопросы развития почвенных исследований в Беларуси, проблемы, связанные с эрозией почв и ее прогноза, а также агро- и геохимических исследований почв и ландшафтов.

УДК 528.9:681.3 (476+47+57)

ББК 26.17 (4Бел)

ISBN 985-445-265-4

© БГУ, 2003

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

РАЗВИТИЕ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Смеян Н.И. (РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)

Впервые маршрутные почвенные исследования на территории Беларуси были проведены в 1923 году сотрудниками кафедры почвоведения Минского института сельского и лесного хозяйства под руководством профессора В.Г. Касаткина. В дальнейшем, на протяжении 1925-1930 годов, под руководством профессора Я.Н. Афанасьева, были выполнены сплошные территориальные почвенные исследования в масштабе 1:126000 во всех десяти округах восточных областей Беларуси, что позволило составить схематическую карту почв республики.

Важность работ по почвенно-агрохимическим исследованиям в этот период возросла настолько, что в 1931 году в составе Академии наук Беларуси был создан Институт агропочвоведения, который стал главным методическим центром по изучению почв и разработке основных направлений повышения их производительной способности. Его первым директором был назначен академик Я.Н. Афанасьев. Исследования почвенного покрова Беларуси с этого времени велись с нарастающей интенсивностью.

С развитием работ по химизации земледелия в 1932-1937 годы почвоведцами республики, в том числе и кафедры почвоведения БГУ, были проведены детальные почвенные обследования 22 участков по сортоиспытанию зерновых культур. В послевоенный период маршрутные почвенные исследования были продолжены на территории западных областей, что дало возможность составить в 1949 году почвенную карту республики в ее современных границах и подготовить монографию "Почвы БССР", которая была издана в 1952 году. Содержащаяся в монографии информация о составе, свойствах и уровне плодородия почв явилась научной основой для разработки рекомендаций по наиболее рациональному их использованию в сельскохозяйственном производстве.

Дальнейшее развитие сельскохозяйственного производства республики требовало более полного и детального знания почв каждого

колхоза и совхоза. В связи с этим, по решению Совета Министров Беларуси в 1957 году были начаты работы по крупномасштабным почвенно-геоботаническим и агрохимическим исследованиям земель всех хозяйств, для чего были созданы почвенные отряды в каждой области из числа студентов-выпускников биолого-почвенного факультетов БГУ и БСХА. Руководство этими работами было возложено на Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения, директором которого был академик П.П. Роговой. Активное участие в выполнении работ по картографированию почв принимали сотрудники кафедры почвоведения Белгосуниверситета во главе с заведующим кафедрой академиком И.С. Лупиновичем. Крупномасштабное картографирование явилось наиболее важным и крупным этапом в истории изучения почв республики, так как исследования приняли планомерный характер, охватили все сельскохозяйственные угодья, а с 1976 года и почвы, используемые под лесом.

За период с 1958 по 1964 годы крупномасштабные почвенные исследования были проведены на площади свыше 13 млн. га, в результате которых для всех колхозов и госхозов республики были составлены почвенные карты, картограммы агропроизводственной группировки почв и агрохимических свойств, явившиеся научной основой в решении вопросов рационального использования земель и удобрений.

Глубокий анализ материалов крупномасштабного картографирования почв оказал благотворное влияние на дальнейшее развитие теоретических исследований в области генезиса, классификации, географии, картографии и минералогии почв республики. Большое внимание уделяется изучению широко распространенных заболоченных и болотных почв, разработке комплексных приемов повышения плодородия легких по гранулометрическому составу почв, на долю которых приходится более одной трети пахотных земель республики. Активно проводятся работы по изучению закономерностей развития эрозионных процессов и разработке противоэрозионных мероприятий.

Значительное развитие получили исследования агрохимических свойств почв, что позволило выявить основные закономерности зависимости урожая сельскохозяйственных культур и эффективности удобрений от состояния почвенного поглощающего комплекса, запасов гумуса и элементов питания. Результаты этих работ позволили академику Т.Н. Кулаковской впервые подойти к разработке дифференцированных доз удобрений в зависимости от комплекса почвенных

условий, биологических особенностей растений и уровня планируемых урожаев.

Детальное изучение состава и свойств почв республики и анализ результатов массовых полевых опытов позволили разработать методику бонитировки, по которой в 1964-1968 годы впервые была проведена качественная оценка почв сельскохозяйственных угодий республики. В дальнейшем исследования по совершенствованию методики оценки развивались, что позволило на более высоком теоретическом уровне провести второй и третий тур бонитировки почв, а в 1998-2000 годы – комплексную кадастровую внутрихозяйственную оценку.

На всем протяжении развития почвенно-агрохимической науки Беларуси большое внимание уделялось изучению содержания микроэлементов в почвах и разработке систем эффективного применения микроудобрений. Особая роль в развитии этого направления принадлежит сотрудникам кафедры почвоведения, возглавляемой академиком И.С. Лупиновичем.

Последние 20-30 лет почвенно-агрохимическая наука Беларуси характеризуется активными исследованиями в области картографии, классификации и бонитировки почв, эффективности удобрений, разработки путей и способов широкого практического использования подробной информации о почвенном покрове и действии различных видов и форм удобрений в целях повышения производительности сельскохозяйственных земель.

ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ ПОЧВЕННОЙ НАУКИ И УНИВЕРСИТЕТСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В БЕЛАРУСИ

Аношко В.С. (Белорусский государственный университет)

Кафедра почвоведения БГУ организована в 1933 году. Организатором и первым заведующим ее был академик Я.Н. Афанасьев. Это был период в белорусском почвоведении когда основное внимание уделялось выявлению территориальных закономерностей распределения почв путем их картографирования. Сформировалось ядро белорусской почвенно-географической школы, в составе Я.Н. Афанасьева, В.Г. Касаткина, А.Г. Медведева, И.С. Лупиновича, П.П. Рогового, Н.П. Булгакова, В.И. Пашина и др. Кафедра стала основой геолого-

почвенно-географического факультета (1934 г.). Почвенно-географическое направление исследований на кафедре, как и в белорусском почвоведении, сохранилось до настоящего времени. Наиболее активно эти исследования проводились в 1957–1969 гг., когда на кафедре была специальность «инженер-почвовед» и работала группа почвоведов-практиков (почвенный отряд).

В период активизации исследований для обоснования масштабных природопреобразовательных проектов, в первую очередь мелиоративных, на кафедре начали развиваться работы по изучению естественно-исторических условий территории Беларуси. Эти исследования получили развитие в связи с приходом на кафедру крупного специалиста в области естественно-исторического районирования академика И.С. Лупиновича. Основное внимание при этом уделялось территории Полесья, которая в то время считалась наиболее перспективной для хозяйственного освоения. Первым шагом была организация экспедиции по маршруту Минск – Пинск – Сарны – Киев (1947 г.). В экспедиции приняли участие И.С. Лупинович, А.Х. Шкляр, Н.П. Булгаков, И.Н. Соловей, В.И. Пашин, З.Н. Денисов и группа студентов-географов.

Продолжением изучения естественно-исторических условий была разработка комплексного географического обоснования необходимости и целесообразности мелиораций в разных почвенно-ландшафтных условиях. Возникнув на стыке почвоведения и мелиорации, это направление постепенно включило основные разделы прикладной географии и получило название «Мелиоративная география». Появились научные ответвления: почвенно-мелиоративный мониторинг, мелиоративная гидрология, экологические основы мелиораций и др., которые в разное время получили развитие на кафедре в работах И.С. Лупиновича, В.С. Аношко, В.И. Шабановой, С.М. Зайко и др.

В период развития в стране химизации сельского хозяйства на кафедре сформировалось новое научное направление, которое первоначально называлось почвенная биогеохимия включало вопросы содержания и поведения микроэлементов в почвах Беларуси, а также эффективность микроудобрений. Основателем этого направления был академик И.С. Лупинович. При кафедре по данной тематике в 1962 г. открыта научно-исследовательская лаборатория «Биохимия почв». В рамках данного направления сформировались такие научные и учебные дисциплины как химия почв, геохимическая экология, почвенная экология, геохимия агроландшафтов и более общий курс «Геохимия

ландшафта». В русле данного направления в настоящее время отчетливо выделяется раздел биогеохимия ландшафтов, который в дальнейшем может стать основой экологии ландшафтов.

В 50-ые годы XX ст. на кафедре по инициативе Л.Г. Медведева начата разработка теоретических и методических основ экономической оценки (бонитировки) земель. Под руководством А.Г. Медведева по разработанной методике впервые проведена бонитировка сельскохозяйственных земель Беларуси. В дальнейшем, как продолжении этой темы, на кафедре ведется работа по кадастровой оценке земель и по экологической оценке природных ресурсов. (А.Г. Медведев, А.М. Попова, В.И. Шабанова, Н.В. Клебанович).

А.Г. Медведев, являясь профессором кафедры, в 1950-ые годы начал изучение особенностей эрозионных процессов. Первоначально это были локальные задачи, которые благодаря усилиям А.Г. Медведева, сотрудников БелНИИПА и кафедры почвоведения БГУ (В.В. Жилко, С.М. Зайко, В.В. Стецко, А.Ф. Черныш и др.) превратились в самостоятельное географическое направление – противоэрозионную организацию территории. Это направление непосредственно связано с такой общегеографической задачей, как территориальная организация рационального природопользования.

Многочисленные попытки улучшить состав и свойства почв, привели к идее оптимизации почв Беларуси. Эта идея, предложенная А.Г. Медведевым в начале 70-ых годов, широко использовалась в дальнейшем сотрудниками кафедры (Н.К. Чертко, В.И. Шабанова и др.) и научно-исследовательской лабораторией (Н.П. Иванов, Т.А. Липская, И.Е. Скурко, Я.К. Куликов и др.). Она заключалась в том, что с повышением продуктивности почв достигается воздействием не на почвенные процессы и свойства, а на материальную основу почвы. Путем изменения гранулометрического и литологического состава почвы, а также соотношения между ее минеральной и органической частями достигается возможность управлять почвенными процессами и режимами. Коренная мелиорация почвы вызывает ее улучшение на длительный срок. Одновременно решаются такие задачи, как сохранение вещества мелиорированных торфяных почв, сокращение объемов внесения минеральных удобрений, защита водных объектов от химического загрязнения и др.

В последние годы, в почвенно-земельных исследованиях начали широко применяться компьютерные технологии. Это вывело почвоведение на новый уровень развития. На кафедре почвоведения в 1998 г.

введена специальность «Географ. Специалист по геоинформационным системам». Выпускники кафедры по данной специальности направляются работать в организации и на предприятия систем Госкомзема РБ, в Национальное кадастровое агентство, в земотделы рай- и облисполкомов.

Развитие научных направлений, специальностей и специализаций носило интеграционный характер, что позволяло развивать не только научное направление, но и совершенствовать учебный процесс, готовить учебную и методическую литературу, разрабатывать новые формы и методы преподавания. За время существования кафедры ее сотрудниками издано более 950 научных работ, в том числе около 50 монографий и учебников, защищено 70 кандидатских диссертаций, подготовлено 16 докторских диссертаций.

УЩЕРБ ОТ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ОЦЕНКУ КАЧЕСТВА И СТОИМОСТИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКИХ И ЛЕСНЫХ УГОДИЙ

*Булгаков Д.С., Карманов И.И., Рожков В.А., Шишов Л.Л., Молчанов Э.Н.,
Карманова Л.А. (Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия)*

Большая часть пахотных земель России имеет различные особенности, негативно сказывающиеся на уровне их плодородия, подвергается различным видам деградации, находится в целом в неудовлетворительном состоянии.

Как правило это приводит к снижению уровня плодородия почв, увеличению затрат на единицу получаемой продукции, а нередко – к необратимым изменениям количественного и качественного состава земельных ресурсов, практически полному разрушению и уничтожению почвенного покрова, приносит большой экологический и хозяйственный ущерб. Такое положение, в конечном счете, угрожает продовольственной независимости и национальной безопасности страны.

За последние 5-6 лет на пашне (фактически использующейся), примерно, в 1,5 раза возросли площади кислых почв, в 1,5 раза усилились темпы ежегодного снижения содержания гумуса, отрицательный баланс NPK достиг примерно 100 кг/га в год. Темпы снижения плодородия почв за счет деградации в эти годы (по сравнению с периодом 1970-1990 гг.) возросли. Аналогичные негативные явления и процессы наблюдаются и на кормовых угодьях. Земли лесных угодий также под-

вергаются разнообразным негативным воздействиям, преимущественно, – антропогенного характера.

Большинство почв сельскохозяйственных угодий, исключая небольшие площади окультуренных их разновидностей и часть почв под сенокосами, подвержено, как правило, нескольким процессам деградации, находится в неудовлетворительном состоянии и продолжает прогрессивно ухудшаться.

Почти все почвы пашни уже потеряли значительную часть гумуса. В пахотном слое по сравнению с таким же по мощности слоем аналогичных целинных почв содержится в среднем по стране 60-65 % гумуса, т.е. более трети его утрачено и в обозримом будущем не может быть восстановлено. Темпы снижения содержания гумуса в последнее время значительно возросли в связи с резким снижением внесения органических удобрений и другими причинами. На значительной части площади пашни почвы в той или иной степени переуплотнены за счет воздействия сельскохозяйственной техники, ухудшена их структура и водно-физические свойства. За последние 25-30 лет площади переуплотненных почв на пашне возросли примерно в 3 раза. Более 22 % почв пашни в значительной степени смыто, еще 12 % подвергается заметному смыву. Следует учесть, что из-за сложности картографирования таких почв приведенные данные по смытым почвам, вероятно, занижены. За последние годы площади смытых почв увеличились на 35- 40 %. Около 10 % почв пашни ухудшено за счет ветровой эрозии, еще более 25 % пашни относится к эрозионно-опасной. Ежегодно до 20 тыс.га почв пашни уничтожается оврагами. Более 7 % почв пашни переувлажнено и заболочено. Более 3 % пашни расположено на каменистых почвах, 2,5 % - на малопригодных для пашни склонах крутизной более 5°. За это же время площади переувлажненных и заболоченных почв возросли почти в 2 раза. Обширные площади пашни подвергаются подтоплению.

В связи с резким сокращением объемов известкования стали возрастать (ранее несколько уменьшавшиеся) площади кислых почв, которые занимают более трети пашни.

Неблагоприятная ситуация наблюдается и на почвах кормовых угодий. Около 25 % почв этих угодий переувлажнено и заболочено, почти 25 % смыто и дефлировано, при этом абсолютные площади переувлажненных и заболоченных почв значительно увеличились. Примерно 17 % кормовых угодий (в основном пастбищ) относится к сби-

тым, около 2 % этих угодий – закорочено, примерно 10 % находится на каменистых землях.

Таким образом, в отличие от многих западных стран, где большие площади ранее малоплодородных почв постепенно превращаются в высокоплодородные, в России происходит обратный процесс превращения плодородных почв (особенно черноземов) в малоплодородные. Прогрессивное развитие процессов деградации почв приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур и увеличению затрат на получение единицы их продукции, падению продуктивности кормовых угодий, ухудшению качества кормов.

Возрастают площади сельскохозяйственных угодий, загрязненных тяжелыми металлами, различными органическими загрязнителями, радионуклидами. Деградация и загрязнение почвенного покрова приводит к нарушению его экологических функций, ухудшению качества воды, воздуха, пищи, наносит ущерб здоровью населения. В отдельных регионах эти процессы достигают масштабов экологического кризиса и даже экологического бедствия.

Основная часть лесных угодий, занимающих большую часть территории страны, расположена на дерново-подзолистых, подзолистых, мерзлотно-таежных, тундровых почвах. Почвы лесных угодий имеют преимущественно небольшую мощность, кислую реакцию, на значительных площадях заболочены. В районах интенсивных лесоразработок на значительных площадях почвенный покров нарушен и уничтожен при транспортировке древесины. Почвенный покров вблизи промышленных предприятий подвергается интенсивному загрязнению за счет выбросов токсических веществ, в нефтеперерабатывающих районах – за счет нефти и нефтепродуктов, буровых растворов и т.д.

Деградация почв может быть обусловлена большим количеством различных факторов, как природных, так и антропогенных. Природные факторы деградации (не осложненные деятельностью человека) проявляются, как правило, локально и не приводят к существенным изменениям свойств почв на значительных площадях.

Чисто антропогенные факторы деградации почв распространены значительно шире (например, уплотнение почв за счет воздействия тяжелой сельскохозяйственной техники, распашка крутых склонов и т.д.).

Однако наиболее часто деградация происходит при комбинированном воздействии природных и антропогенных факторов, причем антропогенное влияние создает предпосылки для резкой активизации

природных воздействий (распашка почв на склонах резко активизирует их смыв, неумеренный выпас скота на легких почвах – ветровую эрозию). Во многих случаях разграничить природные и антропогенные факторы деградации бывает очень сложно.

К основным видам деградации, оказывающим существенное влияние на свойства и режимы почв и их природную и хозяйственную ценность, относятся эродированность, дегумификация, уплотнение, усиление кислотности, переувлажнение и заболачивание и ряд других.

Для определения характера природно-техногенного воздействия введено понятие потенциальной и фактической устойчивости почв к деградации, а также степени риска. В качестве примера приводится оценка степени риска ущерба для определения стоимости земельных угодий от различных видов деградации: при дегумификации степень риска (в год) на пашне достигает 0,20-0,30 % (по отношению к не деградированной), на кормовых угодьях (на сбитых пастбищах) менее 0,1 %; при переуплотнении, соответственно, 0,10-0,15 и 0,10- 0,20 (при перегрузке скотом); при переувлажнении и заболачивании, соответственно, 0,05-0,10 и 0,05.

ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЙ БОНИТЕТОВ ПОЧВ УКРАИНЫ

Медведев В.В., Плиско И.В. (Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского», Украина)

В условиях устойчивого землепользования важно иметь объективную информацию об изменениях, происходящих в почвах под влиянием природно-антропогенного воздействия. Поэтому актуальность в современных условиях приобретают вопросы разработки и внедрения новых методологических подходов к бонитировке почв, способных учитывать не только реальные показатели почв, но и прогнозировать изменения балльной оценки при варьировании их значений. При этом прогнозирование должно опираться на достаточное количество собранных и обработанных соответствующим образом сведений, чтобы посредством сопоставления изменений значений показателей можно было установить тенденции изменения бонитетов в перспективе.

В ранее существующих методиках чаще всего для бонитетной оценки почв использовались достаточно стабильные почвенные параметры - мощность гумусированного слоя, содержание гумуса, гранулометрический состав и другие. В Национальном научном центре

«Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского» предложена усовершенствованная методика, учитывающая не только относительно постоянные почвенные свойства, но и ряд динамичных почвенных показателей, таких как, плотность сложения почвы и содержание подвижных форм питательных веществ (доступного фосфора и подвижного калия).

В ходе исследований проведены расчеты баллов общего и частного бонитета по методике, учитывающей 16 основных показателей (в том числе почвенных, климатических и показателей поля). Расчет общего бонитета основан на определении балльной оценки каждого из показателей с помощью специально разработанных таблиц и экспертном их оценивании (весовые коэффициенты варьируют от 1,0 до 2,0 в зависимости от доли влияния каждого из факторов на формирование баллов общего бонитета). Частные бонитеты (по отношению к конкретной сельскохозяйственной культуре) рассчитывают путем соотношения фактических параметров реальной почвы к оптимальным параметрам (эталонам). Полученные соотношения по каждому из показателей перемножают, и балл частного бонитета определяют путем извлечения корня n -ной степени из произведения показателей, участвующих в расчетах.

Объекты исследований - почвы Украины, отличающиеся генетическими и морфологическими признаками и расположенные в различных почвенно-климатических зонах страны. Произведены расчеты общего и частных бонитетов основных почвенных типов на примере доминантных почв по провинциям страны. В качестве последних избраны: для зоны Лесостепи Левобережной, Правобережной и Западной - чернозем типичный тяжелосуглинистый, для Полесья Западного - дерново-подзолистая супесчаная глееватая почва, для зоны Полесья Левобережного и Правобережного - темно-серая оподзоленная легкосуглинистая почва, для зоны Степи - чернозем обыкновенный среднегумусный глинистый, для зоны Предкарпатья и Закарпатья - дерновая оглеенная тяжелосуглинистая, для зоны Крыма - чернозем южный глинистый.

Установлено, что изменение значений плотности сложения почвы и уровня обеспеченности почвы питательными веществами (в сторону улучшения или ухудшения) приводит к изменению балльной оценки почвы. В ходе исследований определено, что общий бонитет дерново-слабоподзолистой глеевой глинистой почвы (исходные параметры: плотность сложения - 1,58 г/см³; содержание P₂O₅ - 5,5 и K₂O - 5,4

мг/100 г почвы) согласно предложенной методики оценивается 59 баллами. Увеличение степени уплотнения почвы до $1,68 \text{ г/см}^3$ при неизменном содержании подвижных форм фосфора и калия ведет к незначительному уменьшению балльной оценки, всего на 1 балл. При уменьшении запасов питательных веществ до минимальных значений ($4,1$ и $2,1 \text{ мг/100 г}$ почвы соответственно) балльная оценка почвы снижается также незначительно (в пределах 1-3 баллов). Таким образом, изменение значений только одного из параметров почвы при фиксированных значениях других не влечет за собой значительного изменения баллов бонитета. При одновременном ухудшении или улучшении значений изучаемых почвенных показателей отмечается значительная динамичность оценки почвы в баллах, она варьирует в пределах 3-6 баллов и более.

Аналогичная тенденция сохраняется в отношении оценки общего бонитета для других исследуемых почв. Исходные параметры чернозема типичного тяжелосуглинистого позволяют оценить его общий бонитет 76 баллами, увеличение балльной оценки до 77 баллов возможно лишь за счет увеличения содержания подвижного фосфора (до $15,1 \text{ мг/100 г}$ почвы), снижение до 74 баллов - при увеличении плотности (до $1,39 \text{ г/см}^3$), до 70 баллов - при уменьшении содержания подвижного фосфора (до 5 мг/100 г почвы), до 65 баллов - при одновременном ухудшении значений всех показателей (плотности до $1,39 \text{ г/см}^3$, P_2O_5 до 5 мг/100 г почвы и K_2O до $1,9 \text{ мг/100 г}$ почвы). Баллы общего бонитета чернозема обыкновенного легкогоглинистого варьируют в пределах 54-64 баллов, чернозема южного легкогоглинистого - от 56 до 68 баллов, дерновой оподзоленной легкогоглинистой почвы - от 58 до 73 баллов в зависимости от прогнозируемых уровней плодородия.

В свою очередь баллы частного бонитета отражают дифференцированную реакцию отдельных сельскохозяйственных культур на изменение значений почвенных показателей, что обусловлено, прежде всего, биологическими особенностями развития растений. Проведенные исследования позволяют сделать вывод о том, что наиболее неприхотливой культурой к плотности сложения почвы и уровню обеспеченности элементами питания из группы зерновых культур является озимая рожь. Варьирование значений исследуемых почвенных факторов практически не отражается на формировании балльной оценки для этой культуры. Достаточно высокие баллы частного бонитета для озимой ржи (выше на 6-8 баллов по сравнению с другими культурами) полу-

чены независимо от значений изучаемых критериев исследуемых почв. Некоторые культуры (кукуруза, подсолнечник и, особенно, сахарная свекла) более чувствительны к изменениям значений параметров почв. Ухудшение значений последних заметно снижает баллы бонитета для этих культур. Так, например, для чернозема типичного тяжелосуглинистого диапазон варьирования значений частного бонитета для сахарной свеклы баллов в зависимости от исходных и заданных уровней почвенного плодородия составляет от 58 до 75 баллов, для чернозема южного - от 51 до 75 баллов, для чернозема обыкновенного - от 48 до 55 баллов, для дерновой оподзоленной почвы - от 40 до 58 баллов.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ АГРО- И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СОТРУДНИКОВ КАФЕДРЫ

Чертко Н.К. (Белорусский государственный университет)

Исследование геохимии агроландшафтов на кафедре и почвоведения и геологии начались в 1962 г. под руководством академика И.С. Лупиневича в организованной им научно-исследовательской лаборатории "Биогеохимии почв". Отбор образцов почв, вод и растений проводили по разработанным маршрутам в наиболее типичных ландшафтах и массивах почв. На избранных объектах использовался сопряженный метод: сравнивалось содержание химических элементов в лесном массиве, на пашне, окультуренной огородной почве. Позже включались почвы госсортоучастков республики, на которых одновременно закладывались полевые опыты по влиянию микро- и полимикроудобрений на урожай и качество зерновых, многолетних трав и картофеля. Исследования продолжались до 1968 г. Были выявлены основные закономерности распространения в агроландшафтах валовых форм Ti, Ni, V, Cr, Sr, Ba, I, валовых и подвижных форм Ca, Mg, Mn, Cu, Co, B, Mo, Zn. По микроэлементам были составлены картограммы. Исследования обобщены в монографии "Микроэлементы в почвах БССР и эффективность микроудобрений" под ред. И.С. Лупиневича (1970).

С 1968 г. начались исследования по оптимизации минеральных почв способом землевания. Теоретические основы оптимизации разработаны чл.-корр. АН БССР А.Г. Медведевым. Оптимизированные почвы исследовались комплексно как система: водно-физические и агро-

химические свойства, микроэлементный состав, динамика свойств почв, микроклимат, состав и качество органоминерального комплекса, качество гумуса, минералогический состав, урожай и качество продукции в системе севооборота, морфофизиологические показатели, баланс макро- и микроэлементов. Результаты исследований подтверждены авторскими свидетельствами. Разработаны методические рекомендации по оптимизации почв для создания высокопродуктивных угодий (1993). Материалы исследований обобщены в монографии Я.К. Куликова "Почвенно-экологические основы оптимизации сельскохозяйственных угодий Беларуси" (2000) и в обобщающей статье Н.К. Чертко "Геохимические исследования агроландшафтов Беларуси" (2001).

С 1995 г. на кафедре приступили к исследованию геохимической дифференциации и геохимической структуры агроландшафтов Беларуси, составлению карт "Геохимические ландшафты Беларуси" (2002), "Латеральные геохимические барьеры", "Радиальные геохимические барьеры". Разрабатываются геохимические способы оптимизации ландшафтов.

Продолжаются исследования по геохимии отдельных химических элементов в агроландшафтах: Cr, Cd, Ni. Совместно с Гомельским Институтом радиологии исследуются радионуклиды ^{137}Cs и ^{90}Sr в трансупераквальных ландшафтах (пойма р. Сож). Выявленные закономерности позволяют разработать рекомендации по снижению поступления радионуклидов в животноводческую продукцию при использовании кормовых трав поймы.

В 2002 г. создана база данных по содержанию химических элементов Беларуси, которую можно использовать для анализа и оценки эколого-геохимической ситуации в республике или отдельного района на основе составления электронных карт кларков концентрации. Составлена электронная справочная информация по свойствам, использованию, экологической оценке, распространению в природе, геохимическим барьерам, поисковым признакам химических элементов на основе исследований кафедры и литературных источников.

Кафедра почвоведения и геологии была и остается кузницей подготовки кадров высшей научной квалификации. По агроландшафтно-геохимической тематике с 1962 г. защищено 15 кандидатских и три докторские диссертации, также десятки студенческих дипломных проектов.

Материалы исследований по геохимии агроландшафтов используются при чтении лекций "Геохимия ландшафта", "Основы геохимии", "Геохимическая экология" и написаны автором тезисов соответствующие учебные пособия по этим дисциплинам.

ГЕОГРАФИЯ ЭРОЗИИ ПОЧВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

Литвин Л.Ф. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Интенсивность естественной и антропогенной эрозии почв различается на порядки величины, и поэтому общее территориальное распределение интенсивности денудации склоновых земель в своих крупных чертах определяется характером и степени хозяйственной, прежде всего земледельческой, освоенности ландшафта. Степень земледельческой освоенности ЕТР определяется климатическими условиями – недостатком тепла на севере и недостатком влаги на юго-востоке. В связи с этим картина распределения общей интенсивности поверхностной склоновой эрозии на ЕТР имеет ярко выраженный зональный характер, увеличиваясь к югу от области очагового земледелия, где доля пашни составляет 3 % от общей площади, до максимума в южной части лесостепной и степной зонах, снова снижаясь в сухостепной и полупустынной. На севере в области дерново-подзолистых почв как в ЕТР, так и в Белоруссии, картина осложнена за счет выборочности освоения – плоские песчаные полесья и аллювиально-зандровые равнины с малоплодородными почвами залесены и заболочены. Тогда как более крутые и лучше дренированные склоны моренных равнин и гряд распаханы. Соответственно и общая интенсивность эрозии в ландшафтах последних гораздо значительней, не смотря на более высокую противозерозийную стойкость суглинистых почв. В лесной зоне снижает общую интенсивность денудации склонов и практическое отсутствие пастбищной эрозии – в условиях избыточного увлажнения травянистый покров пастбищ быстро восстанавливается и хорошо защищает почву.

Территориальная вариабельность интенсивности эрозии почв на обрабатываемых землях, основного агента деградации почв, поставщика наносов и загрязняющих веществ в реки, обуславливается, как территориальным распределением зональных факторов, связанным с

климатом (атмосферных осадков, противоэрозионной стойкости почв, систем земледелия), так и с азональным фактором – рельефом. Общая вариабельность смыва в агроландшафтных условиях ЕТР, осредненная по площади крупных массивов пашни, составляет от менее 0,5 до 20-40 т/га/год. В пределах экономических регионов, объединяющих разнообразные по почвенно-геоморфологическим условиям местности, средний смыв не превышает нескольких т/га/год (таблица). Общий объем смыва с пахотных склонов ЕТР - 0,47 млрд. тонн ежегодно.

Анализ климатических факторов земледельческой эрозии показывает долготную направленность их изменения в пределах ЕТР при противоположной направленности векторов потенциалов талого стока и ливневой активности. Аномально велик, но не нарушает общей тенденции, орографически обусловленный рост эрозионного потенциала дождя на равнинах Северного Кавказа. В общем с севера на юг и юго-восток снижается и почвозащитная способность агроценозов, а противоэрозионная стойкость почв имеет зональный максимум в ареале черноземов, снижаясь на юг и особенно резко на север, достигая минимума в зоне дерново-подзолистых почв.

Сопоставление интенсивности смыва с пахотных земель и эрозионного потенциала рельефа свидетельствует, что азональный фактор - морфология рельефа, является ведущим для развития земледельческой эрозии на всех масштабных уровнях. Плоские равнины - Окско-Донская, Прикаспийская, Мещерская Молого-Шекснинская низменности, характеризуются минимальными интенсивностями смыва (0,1 – 3,0 т/га/год). На расчлененных возвышенностях – Верхнекамской, Валдайской, Смоленско-Московской, центре Среднерусской, северных и центральных части Приволжской, средняя интенсивность смыва от 5 до 20 т/га/год/. Максимальна эрозия на пашнях южной части Ставропольской возвышенности и предгорий Кавказа - 20-40 т/га/год, что обуславливается сочетанием здесь высокого потенциала рельефа и максимальной ливневой активности. Ведущая роль рельефа заметна и внутри геоморфологических районов, для которых распределения пахотных земель по интенсивности смыва, также как распределения эрозионного потенциала рельефа, как правило, характеризуются левосторонней асимметрией максимальной для плоских нерасчлененных равнин. Влияние рельефа на эрозию сказывается и в связи с его ролью в распределении на местности почв различной противоэрозионной стойкости и в выборочности освоения склонов. По этой причине максимальны территориальные эрозионные контрасты в областях леднико-

вого рельефа. Здесь характерно чередование плоских аллювиально-зандровых равнин с водопроницаемыми почвами и моренных возвышенностей и гряд с тяжелосуглинистыми устойчивыми к эрозии почвами. В результате контрасты усиливаются - 0,72 т/га/год на Ильменско-Ловатской равнине и 12,7 т/га/год в рядом расположенной южной части Валдайской гряды, при значениях эрозионного потенциала рельефа (LS) - 0,24 и 1,92 соответственно. Во внеледниковой области ЕТР крупные черты территориальной дифференциации эрозии создаются чередованием возвышенностей и равнин с запада на восток с менее ярко выраженными различиями. Так, средний смыв, например, для юга Среднерусской возвышенности и центра Окско-Донской низменности - 5,8 и 1,3 т/га/год соответственно.

Таким образом, в пределах ЕТР влияние рельефа и других азональных факторов нивелируют зональные черты территориального распределения интенсивности земледельческой ЭП. Что же касается общего денудационного эффекта поверхностной эрозии – его распределение зонально, в соответствии с зональным влиянием климата на хозяйственное использование земель.

СУЧАСНЫ СТАН МЕЛІЯРАВАННЫХ ЗЯМЕЛЬ БРЭСЦКАЙ ВОБЛАСЦІ

Ярчак М. П., Волчак А. А. (Аддзел праблем Палесся НАН Беларусі)

Агульны зямельны фонд Брэсцкай вобласці па стану на 01.01.2002 г. складае 32,8 тыс. км², з якіх значную частку займаюць сельскагаспадарчыя ўгоддзі – 14,8 тыс. км² (45 %); далей ідуць лясныя ўгоддзі – 12,1 тыс. км² (37 %); тэрыторыя, пакрытая вадой складае 3,6 тыс. км² (11 %) і іншыя землі займаюць 2,3 тыс. км² (7 %).

Агульная плошча меліяраваных зямель у вобласці складае 737,1 тыс. га, у тым ліку, асушаныя – 717,7 тыс. га і арашаемыя – 19,4 тыс. га. Найбольшая частка меліяраваных зямель – гэта сельскагаспадарчыя землі, якія займаюць плошчу у 705,1 тыс. га. З агульнай плошчы асушэння закрытым дрэнажом асушана 381,6 тыс. га (54,1 % усіх асушаных зямель сельгаспадарчых зямель вобласці), з іх сістэмы двухбаковага дзеяння займаюць 284,9 тыс. га (75 % усіх зямель, асушаных закрытым дрэнажом).

Па тыпу глебаў асушаныя землі размеркаваліся наступным чынам: пясчаныя – 210,8 тыс. га; супясчаныя – 172,0 тыс. га; сугліністыя, гліністыя – 26,8 тыс. га; тарфянікі сярэдняй магутнасці і магутныя (1 м і больш) – 55,2 тыс. га; тарфянікі і тарфяна-глеевыя (з магутнасцю торфу 0,3...1 м) – 156,3 тыс. га і тарфянікі мінералізаваныя (да 0,3 м магутнасці торфу) – 81,4 тыс. га. Пры гэтым закустарана – 4,4 тыс. га, закачкарана – 0,2 тыс. га, вымачкі займаюць 49,2 тыс. га і пераўвільготнена – 134,3 тыс. га.

Асушэнне і асваенне забалочаных зямель у шырокіх маштабах істотна змяніла асяроддзе, натуральны водны рэжым не толькі меліяраваных і прылягаючых тэрыторый, але і аказала ўплыў на водны рэжым Цэнтральнай Еўропы. Пры гэтым, нароўні са зменамі гідралагічнага рэжыму, найбольшай трансфармацыі падвяргаецца глебавы покрыв тэрыторыі.

Змены у структуры ландшафтаў вызначаюцца тыпам асушаных глебаў, прычым, асаблівай адчувальнасцю да знешніх уздзеянняў адрозніваюцца асушаныя тарфянікі.

У выніку меліярацыі істотна змяняецца цеплавая рэжым глебаў. Малая цеплаправоднасць асушаных тарфяных глебаў у параўнанні з неасушанымі прыводзіць да таго, што паверхневы слой першых награвецца прыкладна на 3...4 °C больш. Высокія дзённыя і нізкія начныя тэмпературы на паверхні меліяраваных тарфяных глебаў абумоўліваюць значную сутачную амплітуду (40...50 °C) і частыя замаразкі, якія прыводзяць да знішчэння не толькі асобных відаў, але і цэлых біяцэнозаў.

Гідрамельіярацыя і сельскагаспадарчае выкарыстанне тарфяна-балотных глебаў накладваюць адбітак на разлажэнне і мінералізацыю арганічнага рэчыва, асабліва на дробназалежных тарфяніках. Пры шырокамаштабным іх выкарыстанні ў нядаўнім мінулым пад ворыўныя культуры ўзнікла пагроза іх вельмі хуткай мінералізацыі.

Характэрнай асаблівасцю глебаў вобласці з'яўляецца хуткая спрацоўка арганічнага рэчыва, змяншэнне магутнасці торфу, яго мінералізацыя, якая прыводзіць да выкіды велізарнай колькасці цяплічных газаў. За год змяншэнне слою торфа можа дасягнуць 2...3,5 см. Нягледзячы на гэта, да сённяшняга дня ў Брэсцкай вобласці пад ворыўнымі культурамі знаходзіцца амаль 40 % тарфянікаў.

Большая частка тарфяных глебаў Брэстчыны мае магутнасць да 1 м і падсцілаецца пяскамі. Гэта найболей уразлівых тарфянікі.

У выніку інтэнсіўнага сельскагаспадарчага выкарыстання на сённяшні дзень не меней за трэць асушаных тарфянікаў ужо страцілі зыходныя генетычныя адзнакі і ператварыліся ў новыя глебавыя ўтварэнні – так званыя антрапагенна пераўтвораныя арганамінеральныя глебы. У выніку змяніўся экалага-меліяратыўны стан аграландшафтаў у накірунку развіцця мікра- і мезарэльефу. Перапад адзнак паверхні глебы можа дасягаць 1,5...2 м, паступова набліжаючы рэльеф да падсцілаючых торф мінеральных парод і, як следства гэтага працэсу – змяншэнне вільгацязёмістасці глебы. З павелічэннем плошчы мінеральных пагоркаў расце глебавая разнароднасць, паступова зніжаецца водаакумуліруючая ёмістасць глебавага профілю. У выніку ўздзеяння цяжкай глебаапрацоўчай тэхнікі паступова павялічваецца праслойка паміж дробназалежным тарфяным слоём і падсцілаючым грунтам на мяжы мінеральнага дна балота.

Па дадзеным інвентарызацыі гідрамеліяратыўных сістэм, на тэрыторыі вобласці рэкамендуецца да зняцця з уліку асушаных зямель з адкрытай сеткай 12629 га, і 2306 га з закрытым дрэнажом, у тым ліку ворыўных зямель – 2037 га, пашаў – 1265 га, сенакосаў – 3527 га, лясоў і хмызнякоў – 4851 га, торфараспрацовак – 716 га, балот – 11 га, дарог – 63 га, іншых – 2365 га. Акрамя таго, 9801 га арашаемых зямель таксама рэкамендаваны да зняцця з уліку, у тым ліку 2952 га ворыўных зямель, 6561 га пашаў і 288 га сенакосаў. Належаць пераводу ў меней прадуктыўныя арашаемыя землі на плошчы 9801 га.

Падобная перспектыва ў бліжэйшы час чакае ўсе асушаныя тарфянікі, бо працэсы спрацоўкі і мінералізацыі тарфяных глебаў можна толькі запаволіць. Спробы захаваць тое, што засталася пасля буйнамаштабнага асушэння шляхам стварэння асабліва ахоўных тэрыторый унікальных мясцін Палесся, на жаль, не могуць даць станоўчага выніку, таму што яны не вырашаюць праблемы апустыньвання.

Вырашэнне праблемы бачыцца ў даследаванні механізмаў фарміравання воднага рэжыму і глебаўтваральных працэсаў дзеля пераарыентацыі адмоўных працэсаў дэградацыі на працэсы захавання і назапашвання арганічнага рэчыва.

КРУГЛЫЙ СТОЛ 1

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИЗУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ПОЧВ

К ВОПРОСУ О ГЕОЛОГИИ, МИНЕРАЛОГИИ ПОЧВ И ИСТОРИИ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В МОЛДОВЕ

Алексеев В.Е. (НИИ почвоведения и агрохимии им. Н.А.Димо, Молдова)

Традиционное представление о генезисе почв и почвенного покрова Молдовы вступает в определенное противоречие с результатами минералогических исследований. В почвенном покрове Молдовы доминируют черноземы. Голоценовый возраст этих почв никогда не подвергался сомнению. Уже первые минералогические исследования показали, что в черноземах Молдовы вверх по профилю существенно увеличивается содержание кварца. Кроме того было установлено, что в составе илистой фракции плакорных черноземов от породы к верхним горизонтам и от карбонатных к оподзоленным, т.е. с юга на север увеличивается относительная доля иллита и снижается доля смектита. Эти два факта указывали на то, что силикатные минералы в черноземах Молдовы распределяются по элювиальному типу. Причем установленные изменения настолько значительны, что их трудно объяснить одними подтиповыми различиями черноземов.

Сопоставление сведений по геологии региона с современной географией почв позволило выявить отчетливую закономерность. За последние, примерно, 9-13 млн. лет в геологической истории Молдовы произошли три крупных события. Первое связано с отступлением среднесарматского моря к югу 6 млн. лет назад и формированием позднемiocеновой поверхности выравнивания. В настоящее время на этой территории размещены основные площади лесных почв, а также типичных, выщелоченных и оподзоленных черноземов. Второе событие обусловлено дальнейшим отступлением моря 6-1 млн. лет назад и образованием плиоценовой поверхности выравнивания. Сейчас эта территория представлена обыкновенными и карбонатными черноземами. Третье относится к четвертичному времени, когда произошло

тектоническое поднятие региона. Оно сопровождалось закладкой современной речной сети, формированием в долинах террас, которые теперь заняты карбонатными и обыкновенными черноземами. Современные поймы рек представлены голоценовыми аллювиальными луговыми, лугово-болотными и болотными почвами. В дополнение к описанным событиям необходимо отметить, что территория Молдовы никогда не подвергалась оледенению. Этот факт приводит к заключению, что со времени вступления региона в континентальный режим, т.е., примерно, 13 млн. лет назад, наступивший почвообразовательный процесс на данной территории никогда не прерывался. Он протекал с большей или меньшей интенсивностью и на разных геоморфологических уровнях имеет разную продолжительность. Она увеличивается от современных речных пойм к четвертичным и плиоценовым террасам, от них к водораздельным пространствам юга и далее по водоразделам на север страны. Это значит, что почвообразование на территории Молдовы измеряется в пределах от современного и нескольких тысяч лет в поймах до нескольких млн. лет на водоразделах юга и севера.

Описанная последовательность вступления региона в континентальный режим не могла не отразиться на современной географии почв. По сути более выщелоченные и более элювиально проработанные почвы, к каковым относятся лесные почвы и типичные, выщелоченные и оподзоленные черноземы, генетически привязаны к более древним корам выветривания, а менее выщелоченные, каковыми являются обыкновенные, карбонатные черноземы и пойменные почвы, формируются на более молодых и менее измененных корках выветривания.

В нашем распоряжении были данные минералогических исследований почв, которые свидетельствуют о том, что автоморфные почвы Молдовы за время своего существования потеряли значительное и разное количество минералов, менее устойчивых, чем кварц, в связи с чем относительное содержание последнего в них увеличилось. Для определения возраста автоморфных почв использовали метод балансовых расчетов и модули выноса кремнезема в степных и лесостепных ландшафтах, заимствованные из литературы. Полученные результаты указывают на то, что возраст карбонатных черноземов (возраст минералогических профилей силикатов) составляет примерно 50, обыкновенных – 60, типичных – 110, серой лесной почвы – более 130 тыс. лет. Поскольку на протяжении почвообразования интенсивность выноса кремнезема снижалась (в периоды похолодания и увеличения сухости климата) возраст карбонатных и обыкновенных черноземов может

восходить к Микулинскому межледниковью, а типичных, выщелоченных, оподзоленных черноземов и лесных почв – возможно, и к Лихвинскому. На том же основании можно говорить о неизбежности полигенетичности современных автоморфных почв Молдовы. Существенно менялись природно-климатические условия, отступали и наступали леса, возникали тундровые условия. Заслуживает внимания и то обстоятельство, что если возраст почвообразования на самых древних элементах рельефа, водоразделах, измеряется от 1 до 13 млн. лет, возраст автоморфных почв при всех допущениях не выходит за пределы четвертичного периода.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНИХ МОНИТОРИНГОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОСУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ И ПОЧВ

Аношко В.С., Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф. (Белорусский государственный университет)

Мониторинговые исследования и наблюдения являются научной основой природопользования и охраны окружающей среды. Комплексный мониторинг природной среды позволяет иметь объективные данные и следить за экологической ситуацией, эволюцией и деградацией природных комплексов, проявлением негативных и экстремальных процессов. Запланированное крупномасштабное осушение в Беларуси позволило уже к 70-м годам осушить около 1 млн. га почв болотных и заболоченных ландшафтов. К этому времени уже заметно начали проявляться негативные последствия осушения, появились довольно многочисленные публикации по этим вопросам. Определилась необходимость стационарных мониторинговых исследований осушенных ландшафтов и почв.

Для увеличения результативности мониторинга важен правильный выбор объектов исследований, оценка устойчивости, их экологического состояния и роли в природной среде. Исследования проводились на всей территории республики на 30 стационарных площадках и 20 почвенно-геоморфологических профилях.

Сетью стационарных площадок (полигонов) и почвенно-геоморфологических профилей (трансект) охвачены все географические провинции Беларуси и почвенно-ландшафтное разнообразие осушенных территорий.

Стационарные мониторинговые исследования проводились на мелиорированных ПТК различной давности освоения и сельскохозяйственного использования (от одного года до 30-50 лет), с различными приемами мелиорации (открытая сеть каналов, сочетание открытых каналов с гончарным дренажем, польдерное осушение и др.) Исследовались почвы различного генезиса и мелиоративное состояние – от дерново-подзолистых заболоченных до торфяных различной мощности (немелиорированных, мелиорированных, в зоне влияния мелиорации), незаболоченные почвы водораздельных территорий.

На стационарах изучались в динамике водно-физические свойства и динамика влажности почв по месяцам вегетационного периода и годам; агрохимические свойства, валовой химический состав почв; содержание гумуса; фракционно-групповой состав органического вещества; микроэлементный состав почв, вод, растений; биологическая активность почв; почвенная фауна; химический состав почвенно-грунтовых и поверхностных вод; химический состав растительности и др. Для всех стационаров по турам исследований составлялась серия карт: гипсометрическая, структуры почвенного покрова, мощности торфа, агрохимических свойств, содержания органического вещества, гумуса, ботсостава, степени разложения, зольности, торфа и др.

В качестве примера мониторинговых исследований на площадках, проводимых нами, может служить стационар “Брестский”. Результаты мониторинговых исследований на стационаре “Брестский”, заложенном на сортоиспытательном участке в Каменецком районе. Положительными моментами стационаров на госсортоучастках является то, что госсортоучастки отличаются высокой культурой земледелия. Ведется строгий учет вносимых удобрений и урожаев сельскохозяйственных культур. Первые исходные комплексные мониторинговые исследования проведены на стационаре в 1972 г., повторные – в 1976, 1979, 1988 и 1994 гг.

Площадь торфяно-болотных почв на стационаре при исходном туре исследования и картирования (1972 г.) составляла 96,1 % и только 3,9 % занимали антропогенные глееватые сильноотторфованные песчаные почвы. Торфяные среднемощные почвы с мощностью торфа 1 – 2 м при 1 туре исследований занимала площадь 56 %, а через 22 года их площадь уменьшилась в 10 раз. Последний тур исследований (1994 г.) выявил на площадке новые почвенные разновидности – антропогенные слабогумусированные (1,8 %) и среднегумусированные (15,7 %) песчаные почвы. За 22 года площадь минеральных почв за

счет сработки торфа увеличилась более чем на 24 %. Почти на 6 % увеличилась площадь торфянисто-глеевых почв, находящихся на грани превращения в минеральные. Отмечается качественное изменение почв стационара, что подтверждают баллы бонитета : исходного 69 в 1972 г. и последующих 67 в 1976 г., 64 – в 1979 г., 60 в 1988 г. и 56 – в 1994 г.

Проведенные многолетние мониторинговые исследования позволяют сделать выводы по изменению свойств осушенных почв, их эволюции и деградации. Происходит эволюция и деградация осушенных почв, в особенности торфяных в направлении незаболоченных, с образованием постторфяных почв. Мониторинговыми исследованиями с проведением многолетних повторных нивелировочных съемок выявлены резкие изменения микро- и мезорельефа. Идеально равнинные болотные массивы превращаются во взбугренные с относительными высотами от 1,5 до 3,0 м и более, увеличивается пестрота почв по увлажнению. Усложняется регулирование водного режима почв. Полученные данные мониторинговых исследований свидетельствуют о том, что изменения почв под влиянием осушения и использования представляют собой закономерный процесс перехода почв в новые эволюционные стадии их состояния и функционирования. Это ведет к образованию новых видов и типов почв, не встречающихся в естественных условиях. Однако эти почвы имеют черты зональности, что свидетельствует о генетической основе изменений. Интенсивность изменений мелиорированных почв значительно повышает ход этих процессов в естественных почвах, что ведет к их ускоренной трансформации (чаще деградационной направленности) и прохождения эволюционных стадий вплоть до полного исчезновения исходных почв. Длительность эволюционных преобразований зависит от генетических особенностей почв, их гранулометрического состава, типичности основных почвенных параметров для зональных условий и уровня грунтовых вод. В морфологии мелиорированных почв в первую очередь преобразуются основные признаки заболоченности, а в песчаных почвах они часто исчезают вообще. Дерновые заболоченные почвы испытывают более существенные морфологические изменения, чем дерново-подзолистые заболоченные. Они переходят на ступень ниже по степени заболоченности. В мелиорированных торфяно-болотных почвах идет уменьшение мощности торфа. Процесс минерализации торфа на мелиорированных землях не может быть остановлен, а лишь растянут во времени.

На основании мониторинговых исследований составлены модели эволюции наиболее подверженных изменений осушенных торфяных почв в трех вариантах: 1) при положительном балансе органического вещества; 2) при оптимальных нормах осушения и луговоедческом использовании; 3) при переосушении и использовании в севооборотах с пропашными и зерновыми. Показано, что конечная стадия эволюции осушенных торфяных почв определяется нормой осушения. При оптимальном водном режиме и луговоедческом использовании на конечной относительно устойчивой стадии эволюции торфяных будут антропогенные минеральные почвы, близкие к природным аналогам – дерновым глееватым. При переосушении – эволюция этих почв завершится на стадии антропогенных минеральных почв, близким по свойствам и плодородию к зональным дерново-подзолистым.

Мониторинговые исследования позволили установить основные закономерности изменения осушенных почв, которые были использованы для прогнозирования их изменения. Разработаны методы прогнозирования: 1) расчетно-картографический; 2) расчетный; 3) метод прогнозирования изменения почв по ландшафтам-аналогам, на которых проводились мониторинговые исследования. Составлены прогнозные карты изменения почв всех стационаров и отдельных хозяйств, в том числе Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговоедства (Лунинецкий район). По прогнозу, составленному на 2015 г. около 400 тыс. га торфяных почв в республике трансформируется в антропогенные минеральные почвы низкого плодородия.

Результаты наблюдений за эволюцией и трансформацией осушенных торфяных послужили основой для разработки классификации антропогенных минеральных почв, образовавшихся на месте сработанных торфяных. Эти почвы выделены в отдельный почвенный тип – антропогенные минеральные почвы после сработки торфяных с подразделением на четыре подтипа в зависимости от содержания органического вещества, степени оглеения, выщелоченности и оподзоленности.

Составлена классификация осушенных ПТК (микроландшафтов) на основании СПП и рельефа, методика их картографирования и рекомендации по использованию.

Методика и опыт проводимых мониторинговых исследований нашел свое отражение в “Методике ведения мониторинговых земель в республике Беларусь” (Минск, 1993 г.) и опубликованы в виде отдель-

ной брошюры “Методические указания по ведению мониторинга осушенных земель в республике Беларусь”.

Часть стационаров Белгосуниверситета, на которых в течении более 30 лет проводились комплексные исследования эволюции и деградации осушенных почв включены в Национальную систему мониторинга окружающей среды РБ. Это повысит результативность Национальной системы мониторинга окружающей среды.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ И НЕФТЕДОБЫЧИ НА ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ПРИПЯТСКОГО НЕФТЕНОСНОГО БАССЕЙНА

Антипин Е.Б. (Белорусский государственный университет)

Припятский прогиб является основным нефтеносным бассейном Беларуси. Он включает в себя Припятское, Мозырское и часть Гомельского Полесья. Эта территория отличается сложностью геологического и гидрогеологического строения, на поверхности широко развитая гидрографическая сеть, имеется богатая растительность и большой набор почв. В составе почвенного покрова региона преобладают дерново-подзолистые, дерново-подзолисто заболоченные (дерново-подзолисто-глееватые и -глеевые) почвы ; иногда встречаются дерновые заболоченные (дерново-глееватые и глеевые), аллювиальные (пойменные), торфяно-болотные и другие виды почв.

Начиная с 60-х годов на территории прогиба пробурено более 2 тыс. глубоких нефтеносных скважин. Под обустройство каждой скважины отчуждается от 2,3 до 3,05 га земли (всего использовано 5892,6 га). Ведущим фактором воздействия нефтебуровых работ на почвенный покров является: механогенез и геохимическое загрязнение. Механогенез (разрушение почвенного покрова) проявляется на первых этапах сооружения скважин при прокладке временных подъездных путей, земляных амбаров, в дальнейшем образования техногенных форм рельефа, что ведет к нарушению поверхностного слоя почвы и её структуры. При проведении открытых разведочных работ ежегодные объемы перемещенных пород достигают 20 млн. м³, площадь нарушенных земель составляет 6000 га.

Попадая в почву, нефть может находиться в следующих физических состояниях: в жидкой подвижной фазе в свободной воде или вод-

но-эмульсионной фазе в поровом пространстве; в свободной неподвижной фазе в порах и трещинах, выполняя роль цемента между почвенными частицами и агрегатами, в сорбированном виде, связанном с органической и (или) органоминеральной массой; в виде сплошного слоя на поверхности почвы. Попадание нефти, нефтепродуктов и высокоминерализованных рассолов на почвенный покров сопровождается нарушением воздушного режима, водных свойств почв, засолением верхнего слоя почв, нарушением микроэлементарного состава, уменьшением ёмкости поглощения и падением плодородия почв.

Содержание нефти в верхних почвенных горизонтах может достигать 10-20 % от веса почвы, в результате этого происходит изменение количества и состава гумуса, увеличивается общая концентрация органического углерода. Качественный состав гумуса также претерпевает изменения уменьшается относительное содержание гуминовых кислот и фульвокислот, увеличивается содержание негидролизуемого остатка. В суглинистых почвах определенной защитой от проникновения нефтяного загрязнения в самые нижние слои почвенного профиля и в горизонты грунтовых вод являются сорбционные барьеры: органо-генный и илловиальный горизонты верхних слоев профиля.

По данным Бондаренко В.В. загрязнение водных вытяжек грунтов минеральными солями превышают фоновые значения в некоторых местах в 20-60 раз (площадки склада химреагентов, блока приготовления промывочных жидкостей). В основном превышения фоновых значений составляет 2-4 раза.

Возможными путями проникновения загрязнителей в почву являются: поступление токсичных веществ из шламовых амбаров из-за отсутствия или некачественной гидроизоляции дна и стенок амбаров; загрязнение почв и грунтовых вод вследствие не надежной гидроизоляции площадок под вышечно-лебедочным, силовым и насосным блоками. Циркуляционной системой и блоком приготовления бурового раствора; разливы горючесмазочных материалов и отработанных масел; попадание в объекты природной среды химреагентов в процессе их погрузки, транспортировки, разгрузки и хранения без надёжной изоляции и укрепления; аварийные разливы нефти в ходе испытания скважин, разрывов и разрушения обваловки шламовых амбаров.

ПОГРАНИЧНЫЕ ЗОНЫ И ИХ РОЛЬ В ОПТИМИЗАЦИИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ

В последнее время вопросам оптимизации современных ландшафтов посвящено значительное количество работ, что говорит об актуальности данной проблемы, ее научной и практической значимости. В условиях интенсивного хозяйственного воздействия особенно уязвимы места соприкосновения различных ландшафтов, например, участков, занятых различными сельскохозяйственными культурами, с различными видами землепользования и т.д. Известно, что здесь наблюдаются наиболее контрастные условия водного режима, микроклимата, наибольшее разнообразие и плотность живых организмов. Эти краевые участки ландшафтных комплексов отличаются максимальной чувствительностью к изменению окружающей среды. Они наиболее активно и быстро реагируют на любые антропогенные воздействия. Между тем, исходя из принципа однородности, в последнее время исследованию пограничных зон уделяется недостаточное внимание.

В проведенном исследовании пограничные зоны нами рассматривается в широком смысле как переходное (граничное) пространство между различными ландшафтами (природными и антропогенными). Пограничная зона современного ландшафта – это полоса прохождения системы (совокупности) частных (элементарных) границ, отражающих состояние литологии, рельефа, грунтовых вод, почв и растительности. Пограничные зоны имеют определенную ширину, меньшую, чем разграничиваемые ими ландшафты, и своеобразное строение, обуславливающее необходимость их выделения.

Особенности и функции пограничных зон объясняются нами, исходя из их пространственного (промежуточного) положения. В этих зонах, с одной стороны, совмещаются и переплетаются компоненты (элементы) граничащих ландшафтов или им присущи промежуточные значения признаков. С другой стороны, есть специфические элементы, возникшие в результате их особого переходного положения.

Антропогенные воздействия как показали наши исследования, достаточно быстро проявляются в пограничных зонах мелиорированных ландшафтов. В результате хозяйственного освоения территории пограничные зоны природных ландшафтов оказались сильно раздробленными, и протяженность их значительно сократилась.

Появившиеся в результате хозяйственной деятельности природно-антропогенные пограничные зоны современных ландшафтов отлича-

ются от пограничных зон природных ландшафтов и характеризуются следующими особенностями - разбалансированностью и динамичностью.

Разбалансированность пограничных зон мелиорированных ландшафтов проявляется в уменьшении пространственного совмещения элементарных границ, составляющих переходную зону. Это связано с неодинаковой чувствительностью различных ландшафтных признаков к мелиоративному воздействию.

Пограничные зоны мелиорированных ландшафтов отличаются динамичностью. В течение первых постмелиоративных лет происходит расширение пограничных зон, боковое (горизонтальное) смещение их границ, изменение и усложнение структуры пограничной зоны.

Выявленные особенности пограничных зон мелиорированных ландшафтов, обусловленные как самой природой изучаемых объектов, так и характером антропогенного воздействия, могут быть весьма полезными в практике геоэкологического проектирования. Поскольку игнорирование особенностей пограничных зон приводит к нежелательным изменениям ландшафтных комплексов, как района предполагаемого мелиоративного строительства, так и сопредельных территорий. Объясняется это тем, что осушительной мелиорацией будет охвачена либо весь природный комплекс, либо его часть, или под ее влияние попадут и те территории, которые в ней не нуждаются. Так, при неполном охвате осушительной мелиорацией ландшафтного комплекса не подвергнутая ей часть, обладая мощным запасом прочности, оказывает сильное противодействие созданным объектам осушительной мелиорации. В практике мелиорации известны случаи, когда фрагментарно создававшиеся осушительные каналы в окружении обширных болотных массивов быстро разрушались под мощным натиском последних. Наблюдается и другая картина, когда мелиоративное воздействие, рассчитанное на преобразование лишь части ландшафта или всего этого комплекса, оказывает влияние и на остальную территорию или выходит за пределы мелиорируемого района, где по тем или иным соображениям проведение подобного рода работ нецелесообразно. Поэтому учет пограничных зон и границ ландшафтных комплексов в мелиоративном проектировании позволит провести осушительную мелиорацию в пределах одного или нескольких природных комплексов, не разрывая при этом искусственными границами сложившееся природное единство.

ДИНАМИКА УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В СЕТИ МОНИТОРИНГА В ХВОЙНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ НА ПОСТОЯННЫХ ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ САНИТАРНО- ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ Г. НОВОПОЛОЦКА

Болботунов А.А. Дегтярева Е.В. (Полоцкий государственный университет)

Недостаточная изученность причин и факторов изменения режима грунтовых вод на залесенных территориях при наличии густой сети линейных сооружений, отсутствие обоснованных научных методов прогноза обводнения требуют проведения стационарных исследований на постоянных пробных площадях в ходе мониторинга в различных природных и инженерно-техногенных условиях

Формирование грунтовых вод включает данные о литологическом строении, геоморфологических, гидрологических и климатических условиях, количественную характеристику инфильтрационного питания грунтовых вод, сведения об эвапотранспирации и др. Анализ режима влажности почво-грунтов зоны аэрации связан как с водно-физическими свойствами грунтов для оценки условий глубокого просачивания до уровня грунтовых вод (УГВ), так и с учетом интенсивности и периодичности выпадающих осадков, с другими изменениями в ходе потепления климата. Установление количественных связей между режимом грунтовых вод и динамикой запасов влаги в зоне аэрации важно для выяснения процесса продуктивности и устойчивости древесной растительности, произрастающей на территории санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и являющейся биологическим фильтром.

Территория СЗЗ промышленных предприятий г. Новополюцка характеризуется высокой степенью обводненности в связи с подстиланием слабопроницаемыми грунтами. Широкое развитие линейных сооружений приводит к нарушению поверхностного стока. Поэтому вопросы регулирования водного режима территории составляют проблемную ситуацию и приобретают первостепенное значение.

Создание сети постоянных пробных площадей с оборудованием ряда скважин для наблюдения за УГВ способствовало накоплению фактического экспериментального материала по режимным наблюдениям, который представляет как научный, так и практический интерес. Это позволило осуществить типизацию условий, определяющих режим грунтовых вод (автоморфные, полугидроморфные, гидроморф-

ные) и установить некоторые общие закономерности его формирования.

Анализ распределения осадков за вегетационный период с 1976 по 2002 год показывает, что наиболее часто выпадают осадки слоем менее 4 мм. Однако значительная их часть задерживается кронами, подстилкой, покровом. Их величина составляет 16-19 % от общего количества осадков;

осадки 4-10 мм в разные годы составляют 28-30 %, выпадают 3-4 раза ежемесячно;

осадки 10-20 мм составляют 23-25 %, выпадают ежемесячно почти 1-2 раза;

осадки 20-30 мм (14-16 %) и выпадают 2-3 раза за вегетационный период, но не ежегодно, а осадки величиной более 30 мм (10-14 %) – 1-2 раза за вегетационный период, однако в третьей части наблюдаемых лет отсутствовали вообще.

Учет осадков по количеству случаев и интенсивности необходим для анализа формирования зоны капиллярной каймы подвешенной влаги и от УГВ, так как приводимые декадные или месячные суммы осадков затрудняют проведение такого анализа в виду их различной эффективности. Такой анализ также выясняет возможность сквозного промачивания осадками почвенных горизонтов и пополнение грунтовых вод.

Период исследований охватывает различные по влагообеспеченности годы:

– маловодные (менее 85 % от среднееголетних сумм осадков за вегетационный период) – 1976, 1983, 1992, 1996, 1999, 2002 гг. (сумма осадков в среднем 240 мм);

– средневодные – 1981, 1982, 1986, 1994, 1997, 2000, 2001 гг. (сумма осадков 370 мм);

– высоководные (более 115 %) – 1977, 1978, 1987, 1988, 1989, 1990, 1998 гг. (490 мм).

Стоящую перед нами задачу можно сформулировать следующим образом: опираясь на экспериментальные данные за 1988 – 2002 гг. по ряду скважин в гидроморфных условиях для залесенных территорий СЗЗ г. Новополюска установить ретроспективную зависимость УГВ за исследуемый период. Исходя из значений УГВ в предыдущие годы, можно отметить, что линия изменения глубины УГВ за вегетационный период в среднем выражается уравнением прямой $y=ax+b$ (коэффициент при квадратичном члене в уравнении аппроксимации полиномами

– порядка 0.02) с отрицательным трендом УГВ к осени, где b – величина УГВ в мае месяце; a – тангенс угла наклона прямой, или общая тенденция поведения уровня воды за текущий период.

Динамика УГВ в гидроморфных условиях последние 15 лет характеризуется значительной величиной амплитуды колебания (от 0,1 до 1,50 м). Снижение УГВ в гидроморфных условиях находится в тесной обратной зависимости с возрастанием пирогенной ситуации, а периодам повышенной обводненности соответствуют подтопления и затопления корнеобитаемых горизонтов. Все это указывает на необходимость проведения режимных наблюдений за УГВ в сети мониторинга и осуществления двухстороннего регулирования водного режима почв в мелиоративных сетях.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОЛЕСЬЯ

Босак В.Н. (Отдел проблем Полесья НАН Беларуси, г. Брест)

Осуществленная в Полесье глобальная мелиорация, преимущественно осушительного характера, за 60-90-е гг. XX столетия поглотила не менее 5 млрд. долларов США государственных инвестиций, в значительной мере изменив всю природную среду региона. В сельскохозяйственных предприятиях Белорусского Полесья в настоящее время используется свыше 2 млн. га осушенных земель. В среднем на одно хозяйство приходится более чем по 1000 га земель с измененным водным режимом, а по Брестской области - более чем по 1500 га. С учетом земель, на которых распространяется влияние мелиорации, общая площадь угодий с трансформированным водным режимом превышает 3 млн. га и составляет почти половину Белорусского Полесья. Такая широкомасштабная мелиорация земель привела к значительным изменениям, имеющим преимущественно негативный аспект. Она вступила в противоречие с принципами биосферно-совместимого природопользования, основным из которых является использование природных ресурсов с наименьшим нарушением естественных процессов.

Самой злободневной на сегодняшний день проблемой Полесья является проблема органического вещества мелиорированных земель. Торфяные почвы после осушения подобно шагреновой коже из года в год безостановочно сокращают свою площадь. Этот процесс становит-

ся национальным бедствием в Беларуси, на Украине, в России. В настоящий момент деградированные торфяные почвы на территории Беларуси составляют, по разным источникам, от 223 до 300 тыс. га. В любом случае, эти цифры в ближайшем будущем имеют стабильную тенденцию к росту.

Одной из наиболее действенных мер по снижению темпов деградации органического вещества мелиорированных торфяно-болотных почв в современном земледелии является луговое направление в их использовании. Многолетние травы более адаптированы к природным условиям торфяных почв, лучше других культур утилизируют энергию солнца, атмосферные осадки, характеризуются более полным использованием почвенного азота, практически не требуют применения ядохимикатов, полностью исключают эрозию почвы. Дефицит баланса органического вещества торфяных почв под многолетними травами минимален и составляет от 2 до 4 т/га в год в зависимости от продолжительности возделывания трав без перезалужения. Это в 2-3 раза меньше, чем при возделывании других сельскохозяйственных культур.

Луговое направление в сельскохозяйственной отрасли предусматривает развитие животноводства, прежде всего КРС. В этом – ее слабая сторона с точки зрения экономической эффективности, о чем свидетельствуют статистические данные. В статистическом ежегоднике по Брестской области за 2002 год приведен уровень рентабельности сельскохозяйственной продукции за период с 1990 по 2001 гг. Так, если в 1990 г. производство мяса КРС имело рентабельность 35,1 %, то в 2001 г. эта цифра составила -20,6 %. То же по молоку: 1990 год – рентабельность 47,8 %, 2001 год – -18,0 %, т.е. продукция животноводства стала резко убыточной, требующей серьезных государственных дотаций. В таком аспекте луговое направление использования мелиорированных земель имеет непривлекательный характер.

Между тем, в мировой практике имеются технологии, позволяющие с большей эффективностью решать проблемы использования мелиорированных почв, в т.ч. и низкобонитетных. Во многих странах мира с успехом выращиваются такие культуры, как клюква крупноплодная, голубика высокорослая. Это – представители семейства *Vacciniaceae*. Их экологические требования к условиям произрастания, как ни у каких других культур, наиболее подходят к вышеуказанной категории почв: низкая потребность в элементах минерального пита-

ния, кислая среда (оптимум pH в пределах 4,0-5,0 единиц), легкий гранулометрический состав субстрата, содержание органического вещества – от 3,5 % и выше. Опыт интродукции клюквы крупноплодной и голубики высокорослой в Беларуси показал возможность и перспективность их промышленного выращивания даже на землях, непригодных для традиционных сельскохозяйственных культур: выработанных торфяных месторождениях, в т.ч. и верхового типа, а также на деградированных торфяниках с высокой степенью минерализации органического вещества. Высокая начальная стоимость закладки плантаций окупается в дальнейшем получением прибыли от продажи ценной высокоурожайной ягодной продукции.

Опыт выращивания клюквы крупноплодной и голубики высокорослой на их исторической родине – в Северной Америке – показал, что промышленные плантации этих культур могут функционировать, не снижая своей продуктивности, на протяжении многих десятилетий без рекультивации, в то время как при выращивании многолетних трав перезалужение требуется проводить через 7-10 лет. Еще один важный момент в технологическом цикле выращивания брусничных – минимальное снижение уровня грунтовых вод на плантациях. Как для клюквы, так и для голубики его оптимум находится приблизительно в пределах 40-70 см от поверхности почвы. Технология выращивания брусничных, таким образом, наиболее приспособлена для целей сохранения органики.

ГИДРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, КАК ОСНОВА КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОЧВ (НА ПРИМЕРЕ ЧУВАШСКОЙ РЕСПУБЛИКИ)

*Васюков С.В., Сироткин В.В., Максимов С.С.
(Чувашский государственный университет)*

В настоящее время для качественной оценки почвенного покрова используется ряд показателей, которые находятся в тесной коррелятивной связи с урожайностью сельскохозяйственных культур, полученной при сходном уровне интенсивности земледелия. В качестве свойств почв, которые коррелируют с многолетней средней урожайностью, используются, как правило, гумусность, кислотность, механический состав, емкость поглощения, плотность, мощность гумусового горизонта.

Нами предлагается использовать для качественной оценки почвенного покрова гидрофизические показатели почв. Из всего комплекса гидрофизических параметров почвы, имеется ряд характеристик, которые наиболее удобно использовать для объективной оценки качества почвы. Для выявления наиболее достоверных показателей нами была проведена многофакторная корреляция между гидрофизическими показателями основных автоморфных почв Чувашской Республики и содержанием гумуса в их перегнойном горизонте. Существует достаточно большое количество методик бонитировок почв, где в качестве основного генетического свойства почвы берется содержание гумуса, но в то же время отсутствуют методики бонитировок почв по гидрофизическим показателям, за исключением механического состава и как дополнительных показателей - объемного веса почвы и содержание фракций менее и более 0,01 мм. Исходя из полученных результатов корреляции, нами были использованы для бонитировки почв, следующие гидрофизические параметры: 1. Объемная масса почв. 2. Пористость почв. 3. Удельная поверхность почвы (как основной бонитировочный признак). На следующем этапе работ нами была проведена бонитировка автоморфных почв Чувашской Республики по административным районам. Для проверки объективности бонитировочных баллов выполнялась корреляция между значениями Бс (средний балл всего почвенного покрова, по административному району), Бсп (средний балл распаханного почвенного покрова, по административному

району), средней урожайностью зерновых и зернобобовых культур за пятилетние периоды (1997-2001; 1977-1981) и двадцатилетний период (1982-2001). Исходя из полученных данных, можно сделать выводы:

1. Показатель Бс имеет значительную связь с показателем Бсп - так как по своей сути эти показатели выражают объективные, качественные свойства почв, различаясь только в методике вычисления и количестве учтенных площадей почв. Со всеми остальными показателями Бс имеет незначительную связь, в том числе и с урожайностью. Это объясняется тем, что данный показатель оценивает весь почвенный покров территории, а не только пахотные почвы. Кроме того, урожайность в настоящее время зависит не только от объективных показателей почвы, но и от ряда антропогенных факторов (количество и качество вносимых удобрений, характер севооборота, агротехнических мероприятий и т.д.).

2. Показатель Бсп имеет прямые значительные связи со всеми показателями урожайности, что объективно доказывает правильность выбранных критериев бонитировки. Особо важна связь между Бсп и средней урожайностью за 20 летний период (1981-2001).

ОПТИМИЗАЦИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В ХОЗЯЙСТВАХ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Волков П.А., Толкач Н.М. (Дочернее унитарное предприятие «Проектный институт Гродногипрозем»), Кислый В.В., Солович Е.А.

(Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»)

Госкомземом для выработки организационных и методических подходов к оптимизации и совершенствования специализации сельскохозяйственного производства в области были определены Ошмянский и Сморгонский районы, а также 6 (шесть) хозяйств других районов: это колхозы «им. Мичурина» Вороновского, «Дружба» Мостовского, «им. Маяковского» Новогрудского, «им. Кирова» Островецкого, «Пограничник» Свислочского и «им. Ленина» Слонимского районов.

УП «Проектный институт Гродногипрозем», совместно со специалистами вышеупомянутых районов и хозяйств в апреле 2000 года разработал и передал им для внедрения в производство землеустроительные материалы с предложениями по оптимизации землепользования и размещению посевов сельскохозяйственных культур в 2000 году.

В результате в 2000 году в области было перепрофилировано 11505 га пашни. При этом, 9093 га пашни было проведено в улучшенные сенокосы и пастбища, 1854 га – в залежь, 558 га отведено под залесение.

Не смотря на сокращение посевных площадей, например, под зерновыми и зернобобовыми культурами в колхозах «Дружба», «Пограничник», «им. Кирова», валовый сбор зерна увеличился на 23-89%, а прибыль – на 6-102%.

Вместе с тем, представленные землепользователям материалы по оптимизации не в полной мере нашли практическое применение в хозяйственной деятельности. На это имелись как объективные, так и субъективные причины. Следует отметить, что материалы по оптимизации были переданы колхозам и госхозам в апреле, т.е. после того, как были утверждены отчеты о наличии и распределении земель, а также утверждена структура посевных площадей. В связи с этим, кординально изменить размещение культур и их площади с учетом переданных материалов колхозы и совхозы были не в состоянии. Некоторое влияние на размещение сельскохозяйственных культур оказали и весенние заморозки 2000 года. Так, к примеру, в Ошмянском районе в период весенних заморозков вымерзло 820 га зерновых культур, 670 га многолетних трав, которые пришлось пересевать яровыми культурами с учетом имеющегося в хозяйствах посевного материала.

На втором этапе данной работы, в конце 2000 – начале 2001 годов, мероприятиями по оптимизации проводились во всех остальных районах и хозяйствах области. Комиссиями, созданными распоряжениями председателей райисполкомов, рассматривались все рабочие участки на степень пригодности их для земледелия и получения рентабельной продукции. Всего по области в этот период было перепрофилировано 29442 га пашни, при этом 16653 га низкобальных земель были переведены в улучшенные сенокосы и пастбища, 4367 га – в естественные сенокосы и пастбища, 5584 га – под залежь, 982 га – под залесение, 1856 га – в земли запаса.

О результатах проделанной работы в целом по области можно судить по экономическим показателям растениеводства, например, в Сморгонском районе. Так, валовый сбор зерновых и зернобобовых возрос на 2290 тонн, а прибыль – на 12681 тыс.руб.; при этом доля указанных культур в структуре посевных площадей уменьшилась в целом по району почти на 1,8 тыс.га.

Третий тур оптимизации посевных площадей в хозяйствах Гродненской области был проведен в конце 2001 – в начале 2002 годов, в результате чего было перепрофилировано 14052 га пашни.

Таким образом, за период 2000-2002 г.г. по области было выведено из состава пахотных земель почти 55 тыс.га или более 8 % пашни колхозов, межхозов и совхозов всех систем Гродненской области. Около 75 % земель при этом было переведено в состав кормовых угодий, около 16 % - в залежь, около 4 % - под залесение. Более 2,7 тыс. га (около 5 %) было выведено из сельскохозяйственного использования. Следует отметить, что полное внедрение в сельхозпроизводство возможно только после того, как будет проведено перепрофилирование сельскохозяйственных угодий, то есть, будут выведены из интенсивного севооборота малопродуктивные земли с отрицательным экономическим эффектом. Колхозы и совхозы самостоятельно не в состоянии перепрофилировать сельскохозяйственные угодья, так как в соответствии со ст.97 Кодекса Республики Беларусь о земле, уменьшение площадей орошаемых и осушенных земель, пахотных земель, земель, занятых постоянными культурами, улучшенных сенокосных и пастбищных земель, иных высокопродуктивных земель, в том числе, перевод их в менее продуктивные не допускается, за исключением случаев особой необходимости, определяемых Президентом Республики Беларусь или по его поручению – Советом Министров Республики Беларусь.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ БРУСНИЧНЫХ ЯГОДНЫХ РАСТЕНИЙ – ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ И НИЗКОПЛОДОРОДНЫХ ЗЕМЕЛЬ

*Володько И.К., Рубан Н.Н., Галынская Н.А.
(Центральный ботанический сад НАН Беларуси)*

Проблема рационального использования осушенных верховых торфяников, выработанных торфяных карьеров, а также низко плодородных песчаных почв Полесской низменности остается актуальной до настоящего времени.

Выработанные торфяники в Беларуси свыше 200 тыс. га, и их площади постоянно увеличиваются. Многие тысячи гектаров занимают также неоправданно осушенные верховые торфяники. Отличитель-

ной особенностью этой группы земель, как и песчаных почв Полесья, является бедность питательными веществами, низкая доступность их для растений, а также резко выраженная кислая реакция почвенного раствора, что служит непреодолимым препятствием для культивирования традиционных сельскохозяйственных растений. Поэтому часть этих земель фактически превратилась в бросовые. Вместе с тем, в природе встречаются виды растений, способные произрастать в таких крайне неблагоприятных условиях. Из полезных видов к их числу относятся представители семейства Брусничные (клюква, голубика, брусника). Являясь ацидофильными растениями, они успешно усваивают такие территории, которые для них служат экологическими нишами. Названные растения имеют ценные плоды, которые обладают высокими пищевыми и лечебно-профилактическими свойствами. Они содержат богатый комплекс биологически-активных соединений: полифенолов, тритерпеноидов, витаминов, пектиновых веществ, макро- и микроэлементов. Вследствие ряда причин природные запасы ягодников повсеместно уменьшаются, а объемы заготовок сокращаются. Введение этих растений в культуру позволяет решать одновременно 2 проблемы: восстановить ресурсы ценных ягодников и вовлечь в хозяйственный оборот деградированные и слабоиспользуемые земли. В Беларуси исследования в этом направлении ведутся с конца 60-х годов. К этому времени уже имелся богатый и успешный опыт культивирования в Северной Америке аборигенного вида – клюквы крупноплодной.

Результаты американских фермеров впечатляли: в отдельных хозяйствах урожай клюквы достигал 30 т/га, в то время как продуктивность ягодников наших местных видов клюквы мелкоплодной и клюквы болотной едва превышает 500 кг/га.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси на основе многолетних испытаний доказал пригодность клюквы крупноплодной для выращивания в условиях Беларуси.

Оказалось, что благодаря специфическим особенностям биологии, именно этот интродуцированный вид больше всего подходит для возделывания на индустриальной основе. Определяющим фактором для искусственного выращивания клюквы на торфяных почвах является кислотность субстрата, которая должна находиться в пределах 3-5,5 pH. Из-за высокой буферности торфяных почв добиться ее сдвига, особенно в сторону повышения, крайне сложно. Другие физико-химические компоненты почвы имеют для клюквы второстепенное значение. В частности, оптимизацию минерального питания можно

обеспечить внесением удобрений, воздушно-гидрологический режим – системой искусственного орошения, которая выполняет защиту растений от зимних морозов, весенних заморозков и служит и служит составляющим элементом уборки урожая механизированным способом. Экономические расчеты показали, что при средней урожайности 10-12 т/га, достижения которой не составляет проблемы, в условиях Беларуси культивирование клюквы крупноплодной является высокорентабельным производством и окупает первоначальные капитальные издержки на строительство плантаций в течение 5-6 лет. Срок эксплуатации плантации клюквы до 100 лет. Основываясь на заключении ученых в середине 80-х годов была разработана государственная программа развития промышленного клюквоводства в Белорусском Полесье. К ее реализации были привлечены многие научные и производственные организации республиканского и союзного подчинения. Самым крупным результатом выполнения первого этапа программы явилось создание в Европе первого специализированного хозяйства по производству клюквы с проектной мощностью 200 га, которое сейчас носит название "Беларускія журавіны". Однако экономические трудности и политические перемены начала 90-х годов не позволили реализовать данную программу, и на сегодняшний день общая площадь посадок клюквы по Беларуси составляет всего лишь 90 га. Об огромном потенциале этой культуры свидетельствует тот факт, что в некоторых хозяйствах с отдельных площадей удалось получить до 25 тонн ягод с 1 га. Учитывая вышеизложенное, крайне актуальной задачей является привлечение к решению проблем клюквоводства Республики государственных органов управления. Последними совместными исследованиями Центрального ботанического сада НАН Беларуси и Института леса НАН Беларуси доказана возможность выращивания клюквы крупноплодной в северной зоне Беларуси и на выработанных торфяниках, определены рациональные приемы ее культивирования и пути удешевления строительства плантаций. Нашими исследованиями продемонстрирована возможность выращивания клюквы крупноплодной и на выработанных песчаных карьерах.

Второй ценной культурой, способной вовлечь в хозяйственное использование переувлажненные земли является голубика высокая. Она может успешно произрастать как на минеральных, так и на торфяных почвах. Это относительно новое ягодное растение, созданное в США в начале прошлого века. Кустарник высотой от 0,7 до 2,5 м. В условиях Беларуси дает урожай ягод до 5-7 кг с 1 куста, что в пересче-

те на 1 га составляет 6-8 тонн. Ягоды обладают отменными вкусовыми и целебными свойствами. В зависимости от сорта созревает от конца июня до середины сентября. Интродуцированные зарубежные сорта успешно адаптированы к условиям Беларуси, выдерживают морозы до -30°C , практически неуязвимы весенними заморозками, начинают плодоносить с 3-летнего возраста. К настоящему времени эта культура получила признание среди садоводов, активно осваивается фермерскими хозяйствами и имеет прекрасную перспективу на будущее. В республике уже сейчас решена проблема обеспечения заинтересованных хозяйств отечественным посадочным материалом. В научном плане требуется доработка отдельных вопросов агротехники выращивания и создание отечественных сортов.

Определенные перспективы в плане культивирования на бедных почвах имеет и брусника. Она окультурена относительно недавно. В республике проведены исследования по оценке возможности культивирования этого растения в местных условиях, которые позволили выявить сорта, способные давать стабильные урожаи при хорошем качестве ягод. Отработаны приемы размножения этих сортов и технологические регламенты возделывания на промышленной основе. Сдерживающим фактором массового культивирования брусники служит нерешенность проблемы механизированной уборки урожая, а также ряд вопросов агротехнического характера.

Таким образом, приведенные выше материалы свидетельствуют, что путем культивирования брусничных ягодных растений можно достичь более рационального использования земельных ресурсов нашей страны.

ИЗМЕНЕНИЕ ОСУШЕННЫХ ПОЧВ ПОЛЕССКОЙ ОПЫТНОЙ СТАНЦИИ МЕЛИОРАЦИИ И ЛУГОВОДСТВА

Гладкая Т.Н., Бачила С.С., Рудь А.В. (Белорусский государственный университет)

На Полесской опытно-мелиоративной станции НИЛ экологии ландшафтов БГУ с 1971 г. ведутся исследования осушенных ландшафтов и почв. Заложено пять стационаров на различных ПТК, из них один на смежном целинном болотном массиве - в заповеднике. Заложена серия опорных почвенных разрезов. Ведутся исследования на Лунинецком гидрологическом створе гидрологических скважин.

На почвенной карте до мелиорации, составленной на основании материалов мелиоративных изысканий 1956 г. выделено пять почвенных разновидностей: дерново-глеевые песчаные, торфяно-глеевые, торфяные маломощные, среднемощные и мощные, относящихся к двум типам почв – дерновым заболоченным и торфяно-болотным. Дерново-глеевые почвы занимали 1,1 %, на территории ПОМС, торфяно-глеевые 0,9 %, торфяные маломощные – 23,3 %, торфяные среднемощные – 73,0 % и мощные – 1,7 %.

Естественный болотный массив Хольче, на котором расположена ПОМС, был сильно обводнен до осушения, вода стояла на поверхности. Рельеф представлял идеальную равнину, почти безуклонную. Торф находился в полувзвешенном состоянии. В связи с этим сразу после осушения произошли весьма заметные изменения торфяных почв. Резко понизилась поверхность при сбросе вод, уплотнении и сработке торфа. Осушение было проведено в 1960 г., а картографирование почв в 1964 г. показало уже резкое изменение почвенного покрова. Появились торфянисто-глеевые почвы с мощностью торфа до 0,3 м и минеральные почвы на месте маломощных торфяно-глеевых. Почвенная карта 1984 г. зафиксировала очень резкие изменения почвенного покрова. К этому времени (через 24 года после осушения) значительная площадь (37 %) маломощных торфяных почв полностью сработалась и образовались новые антропогенные песчаные почвы на месте сработанных торфяных. Преобладающими, занимающими большой удельный вес (44,2 %) стали торфяные маломощные почвы. До осушения преобладающими на территории станции были среднемощные торфяные почвы, площадь которых составляла 73,0 %. На этой почвенной карте выделено девять почвенных разновидностей, относящихся трем почвенным типам почв: дерново-подзолистым, дерновым заболоченным, антропогенным минеральным и торфяно-болотным.

Использован расчетно-картографический метод и составлена прогнозная почвенная карта ПОМС на 2015 г. На прогнозной почвенной карте выделено 11 почвенных разновидностей. По прогнозу на станции появятся дерновые глубокоогуленные оподзоленные песчаные почвы на месте зафиксированных до осушения дерново-глеевых песчаных почв (около 1 %) и дерновые глубокоогуленные выщелоченные песчаные почвы (1,2 %). Различные по своим свойствам и плодородию антропогенные песчаные почвы на месте сработанных торфяных (постторфяные) составят около 70 %. Интересно, что такую примерно

площадь составляли до осушения на территории ПОМС среднемошные торфяные почвы.

Изменение почвенного покрова рассмотрено также на серии почвенных карт 1960, 1964, 1971 и 1984 гг. стационара, площадью 100 га. На почвенной карте 1960 г. (до мелиорации) были выделены две разновидности неосушенных торфяных почв: торфяные маломощные (2,6 %) и торфяные среднемощные (97,4 %). На карте стационара было 5 почвенных контуров. При исследовании и детальном картографировании почв с разбивкой пикетажа в 1964 г. было выделено пять почвенных разновидностей (24 контура) на участке, из них три новые, которых не было на участке до мелиорации: антропогенные песчаные сильнооторфованные (0,7 %), торфянисто-глеевые (2,8 %) и торфяно-глеевые (29,8 %). Преобладающими на участке стали торфяные маломощные почвы, занимающие 63,9 %.

В 1971 г. были проведены повторные мониторинговые исследования и картографирование почв. Выделены на участке те же пять разновидностей, что и в 1964 г., однако резко изменилось их соотношение. В два раза увеличилась площадь торфяно-глеевых почв, они стали преобладающими – занимали 60,4 %. Более, чем в 5 раз увеличилась площадь торфянисто-глеевых почв, возросла в два раза площадь антропогенных песчаных почв на участке и составила 1,4 %. Количество контуров было наибольшим – 34. На почвенной карте участка 1984 г. (24 года после осушения) преобладающими стали антропогенные оторфованные песчаные почвы, занимающие 78,4 % и выделенная единственная разновидность торфяных почв – торфяно-глеевые (21,3 %). Количество контуров, выделенных на карте, уменьшилось до 8. На прогнозной карте стационарного участка на 2015 г. преобладающими будут (90,1 %) антропогенные сильно и среднегумусированные песчаные почвы, антропогенные оторфованные составят лишь 10 %.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ЛЕГКОСУГЛИНСТОЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Горбылева А.И., Лаломова Т.В.

(Белорусская Государственная сельскохозяйственная академия)

Среди большого разнообразия физических свойств почвы одним из важнейших показателей почвенного плодородия является плот-

ность. Существенно изменяясь в процессе окультуривания, она оказывает влияние на другие характеристики почвы и может сводить на нет некоторые агротехнические мероприятия.

Изучение плотности сложения пахотного слоя почвы в полевом стационарном опыте “Тушково” БГСХА, заложенном в 1997 г., предусматривало оценить влияние сочетаний различных систем удобрения со способами обработки почвы. Способы обработки были следующие: отвальная традиционная (фон 1), отвальная поярусная (фон 2) и безотвальная глубокая (фон 3). В опыте контролем служил вариант с внесением фоновой дозы фосфорных удобрений и изучались минеральная, навозно-минеральная и соломо-минеральная системы удобрения. Средняя насыщенность 1 га севооборотной площади соответственно системам удобрения следующая: 1. P_{15} ; 2. $N_{88}P_{74}K_{124}$; 3. $N_{58}P_{60}K_{92}+8$ т/га навоза; 4. $N_{78}P_{66}K_{118}+2,4$ т/га соломы. Навоз вносился один раз за ротацию пятипольного севооборота под озимую пшеницу в дозе 40 т/га. Погодные условия значительно отличались как от средних многолетних, так и по годам исследований.

Анализ плотности сложения пахотного слоя в течение вегетационного периода за 3-х летнее звено зернотравяного севооборота показал, что величины ее были близкими к оптимальным для возделываемых культур за исключением делянок с применением минеральной системы удобрения и контроля при наложении как традиционной отвальной, так и комбинированных обработок почвы.

В 1999 г. снижение плотности к концу вегетационного периода по навозно-минеральной системе удобрения произошло на 0,8–2,2 %, в 2000 г. на 2,3–3,8 %. В 2001 г. снижение плотности отмечено на 1,4–1,5 % при сочетании комбинированных обработок почвы с навозно-минеральной системой удобрения. При сочетании указанной системы удобрения с отвальной традиционной обработкой почвы снижение плотности не отмечено, что связано с засушливым вегетационным периодом. При сочетании соломо-минеральной системы удобрения с отвальной поярусной и безотвальной глубокой обработками почвы в различные годы к концу вегетационного периода плотность уменьшилась в среднем на 0,7–1,5 %.

Плотность сложения пахотного слоя не остается постоянной в течение вегетации и, в целом, к концу вегетационного периода она снижается. Внесение органических удобрений в сочетании с минеральными значительно уменьшает плотность за все годы исследований. такой

строгой закономерности нельзя проследить по минеральной системе удобрения и там, где удобрения не применялись.

Наименьшая плотность сложения пахотного слоя отмечена в 2000 г. как в начале, так и в конце вегетационного периода по сравнению с другими годами исследований. Мы считаем, что этому способствовали и погодные условия: умеренная температура и небольшие, но частые дожди. При этом почва меньше заплывает (если дожди обильные) или не растрескивается (если нет дождей и высокие температуры), сохраняя структурность и оптимальную плотность для роста и развития корневых систем растений. В данный год наибольшее снижение плотности произошло при сочетании отвальной поярусной обработки почвы с навозно-минеральной системой удобрения. Динамика плотности хорошо коррелирует как с погодными условиями, так и со структурным состоянием почвы и при этом установлена сильная обратная зависимость ($r = -0,83$). Следовательно, чем лучше структурное состояние почвы, тем меньше ее плотность.

Таким образом, можно заключить, что органо-минеральные системы удобрения в сочетании с отвальной поярусной или безотвальной глубокой позволяют снизить плотность почвы в течение вегетационного периода в среднем до $1,27\text{--}1,34\text{ г/см}^3$ по сравнению с контролем при плотности $1,40\text{--}1,42\text{ г/см}^3$ и минеральной системой удобрения – $1,37\text{--}1,41\text{ г/см}^3$.

СРАВНИТЕЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЕГРАДАЦИИ И УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ

Градусов Б.П. (Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия)

Сущность сравнительно-аналитических методов заключается в исследовании последовательностей значений признака или группы признаков по увеличению или уменьшению в соответствии с принятой моделью процесса, обусловившего изменение свойств почвы.

Обобщение литературных и собственных материалов привело к формированию системы сравнительно-аналитических последовательностей почв и их компонентов, а также методов обобщения. Кратко изложим ее.

1. Соотнесение значений показателей (гранулометрических фракций, оксидов валового химического состава, минералогического состава

ва тонких фракций) с составом почвообразующей породы. Это соответствует частному варианту изучения последовательностей. Метод широко применяется в почвоведении (Коссович, Роде, Роговой). Особым вариантом метода является балансовый расчет компонентов состава твердой фазы (Роде; Роговой, Самодуров; Таргульян).

2. Польшов в известной работе «Валовой анализ почв и его толкование» обосновал необходимость отдельного соотнесения показателей состава горизонтов Т и А₀ не с породой, а с составом растительности. Этот принцип был использован при изучении закономерностей изучения процессов мобилизации элементов из растительного опада при сравнительном анализе подгоризонтов лесной подстилки. Метод развит Н.П. Ремезовым, Н.И. Базилевич, Б.П. Градусовым.

3. Построение рядов почв по емкости и структуре биологического круговорота элементов (Ремезов, Базилевич, Ковда). Н.П. Ремезовым предложена гипотеза проградации почв под влиянием биологического круговорота элементов.

4. Сравнение показателей химического состава всех гранулометрических фракций по почвенному профилю (Горбунов, Фридланд, Тонконогов и др., Винокуров).

5. Польшов обосновал и разработал методы сопоставления химического состава почв и кор выветривания с природными водами. Частным вариантом этого метода является сопоставление химического состава лизиметрических растворов или проб природных вод (Шилова; Славный; Градусов; Наумов и Градусов; Шишов, Большаков, Муромцев, Орлова).

6. Сопоставление последовательностей структурного, микроагрегатного и гранулометрического состава было дано в работах В.Н. Димо. Метод был использован Градусовым при изучении дифференциации подзолистых почв.

7. Исследование последовательностей изменений глинистых минералов, в частности смешаннослойных образований. Последовательности образований строят по соотношению пакетов и законов их чередования в структуре, соответствующих направленности процессов выветривания, метасоматических замещений, почвообразования (Градусов, Булатов, Градусов, Зотов).

8. При описании эволюции процессов почвообразования в лесах на суглинистых породах почвоведы строят последовательности почвенных морфонов: ядер и корочек структурных отдельностей (Геммерлинг, Морозов, Градусов), внутрипедной массы и кутан, межтре-

щинной и внутритрещинной массы (Таргульян и др.), матриксов и ку-тан (Жамань). Анализ этих рядов является основой для понимания эволюции почв ряда: буроземы – буроземы лессивированные – оподзоленные с псевдоглеем – подзолистые почвы (Дюшафур, Герасимов).

Сравнительно-аналитический метод принципиально отличается от сравнительно-географического тем, что в его основе лежат количественные определения признака или группы признаков, подлежащие как статистическому, так и многомерно-математическому обобщению. В противоположность этому, сравнительно-географический метод традиционно имеет дело преимущественно с целостным (хоральным) образом почв и на том или ином уровне обобщенно охарактеризованных факторах почвообразования.

Формальная сторона анализа последовательностей значений показателей обеспечивается методами распределения плотностей данных, специальными методами анализа временных и иных последовательностей событий, методами многомерной математики (МГК, факторный).

Актуальность развития методов изучения последовательностей почв по аналитическим показателям, а не сопоставлением с породой определяется тем, что в природе широко распространены почвы на неоднородных породах, что делает невозможным сравнение показателей свойств горизонтов и породы.

Не существует универсального комплекса показателей деградации и правил оценки устойчивости почв. В зависимости от конкретных условий и типов антропогенного воздействия деградация почв может быть описана и оценена по особым комплексам показателей и свойствам почв, определяющих устойчивость. Принципы формирования комплексов свойств для описания основных типов деградации земель: уплотнения, истощения, загрязнения, подкисления, оглеения, осолонцевания и эрозии были рассмотрены в специальных работах.

ФИТОИНДИКАЦИЯ НАРУШЕННОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В АНТРОПОГЕННОМ ЛАНДШАФТЕ

Гусев А.П. (Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины)

Растительность может служить надежным индикатором нарушения почвенного покрова в антропогенном ландшафте. По растительному покрову и его характеристикам можно судить о состоянии почв и

грунтов, их химическом загрязнении, об отдельных природно-антропогенных геологических процессах, развивающихся на территории городов. Фитоиндикационные исследования позволяют изучать: 1) эродированность почв; 2) загрязнение почв соединениями азота, фосфора, хлоридами.

Цель проводимых нами исследований – изучение стихийно формирующейся растительности антропогенных ландшафтов и выяснение ее индикационного значения для оценки экологического состояния территории. В ходе выполнения работы решались следующие задачи: 1) выделение растительных сообществ, наиболее характерных для городских ландшафтов в условиях Белорусского Полесья; 2) выделение групп диагностических видов; 3) составление индикационных таблиц, отражающих связь между растительными сообществами и основными ландшафтными факторами.

Полевые исследования включали проведение геоботанической съемки, изучение почвенного покрова, литологии зоны аэрации и условий залегания грунтовых вод. Методом, основанным на изучении сопряженности между видами, выделялись группы видов, характеризующихся сходными экологическими условиями произрастания. В качестве показателей сопряженности использовался трансформированный коэффициент Дайса. На основе анализа показателей сопряженности были выделены группы сопряженных видов, которые являются ядром сообществ-индикаторов. Каждое такое сообщество (характеризующееся определенным видовым составом и экологической структурой) может рассматриваться как индикатор определенного сочетания условий ландшафта.

При классификации сообществ использовался метод Копечки-Гейни. Название сообщества (группы описаний) давалось по доминанту (виду, имеющему наибольшее покрытие). Выделенные сообщества привязывались к существующей классификации. На изучаемой территории установлены сообщества двух классов: 1) класса мари белой - *Chenopodietea album* Br. Bl. in Br. Bl. Rouss. et Negre 1952 em Lohn, J. et. R. Tx. Ex Mat. 1962.; 2) класса полыни обыкновенной - *Artemisietea vulgaris* Lonm., Prsg. Et. Tx. in Tx. 1950 em Kopecky in Hejny et. al. 1974.

Загрязнение почв соединениями азота индицируется смещением экологического спектра растительности от олиготрофов и мезотрофов к мегатрофам, многие из которых обладают выраженными нитрофильными свойствами. Появление и увеличение обилия растений-нитрофилов (крапивы двудомной, крапивы жгучей, щирицы запроки-

нутой, галинзоги мелкоцветковой, будры плющевидной, куриного проса, мари многосеменной) является надежным показателем нитратного загрязнения почв. Индикаторами загрязнения почв в условиях ландшафтов Полесья могут служить два выделенных нами сообщества: сообщество *Arctium lappa*+ *Urtica dioica* (лопуха большого и крапивы двудомной); сообщество *Chenopodium album*+ *Echinochoa crusgalli*+ *Galinsoga parviflora* (марь белой, куриного проса и галинзоги мелкоцветковой).

Сообщество *Arctium lappa*+ *Urtica dioica* может служить индикатором загрязнения почв соединениями азота (в условиях песчаных почв такое сообщество образуется только в случае их интенсивного загрязнения соединениями азота, преимущественно нитратами). Диагностические виды этого сообщества: лопух большой (часто доминирует в растительном покрове, имеет доля в покрытии 14,9-47,3), крапива двудомная (может иметь доля в покрытии – до 60% и являться субдоминантом), белокудренник черный, пустырник пятилопастной, чистотел большой, подмаренник цепкий, будра плющевидная, бодяк полевой. Значительная часть видов этого сообщества – типичные нитрофилы (лопухи, крапива двудомная, крапива жгучая, будра плющевидная, бодяк полевой). В экологическом спектре сообщества преобладают мегатрофы – 61,4 (50,0-87,5) % от всех видов и полностью отсутствуют олиготрофы.

Ряд выделенных нами сообществ может служить индикатором эродированности или смывости почвенного покрова. Сильноэродированные песчаные почвы (почвенный профиль смыв до горизонта ВС или С) индицируются: сообществом *Erigeron canadensis* (мелколепестника канадского); сообществом *Oenothera biennis*+ *Artemisia campestris* (ослиника двулетнего и полыни полевой); сообществом *Corynephorus canescens* (булавоносца седого).

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ЗОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПО УСЛОВИЯМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Дудко Г.В. (Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие по землеустройству, геодезии и картографии «БелНИЦзем»)

Зонирование целесообразно проводить в два этапа. В начале анализ производится в разрезе видов земель, отражаемых в государственном земельном кадастре, с учетом их структуры и площадей. Здесь за

основу зонирования может быть взят или характер землепользования, или интенсивность землепользования. Оставшийся критерий, а также виды земель и ограничения служат для уточнения перечня выделяемых зон и дальнейшей их территориальной дифференциации и дробления (в частности, для выделения подзон).

При разработке вариантов зонирования в схеме землеустройства Дзержинского района в качестве основного критерия сложившегося зонирования территории использовался характер (и, в какой-то мере, – виды) использования земель. Зоны с целью более полного и территориально дифференцированного учета условий разделялись на подзоны по интенсивности (для застроенный территорий – и по видам застройки) землепользования.

Были выделены следующие функциональные зоны и подзоны:

- зона градостроительного развития (подзоны размещения населенных пунктов, включая садоводческие товарищества, и их градостроительного развития; размещения объектов промышленности, в том числе по переработке продукции сельского хозяйства, обороны и иных площадных (точечных) объектов; размещения транспортных коммуникаций, трубопроводов, мелиоративных каналов и других линейных объектов; добычи полезных ископаемых и торфа; памятников археологии, истории и культуры);

- сельскохозяйственная зона (подзоны интенсивного сельского хозяйства и мало интенсивного или традиционного сельского хозяйства);

- лесохозяйственная зона или зона эксплуатируемых лесов;

- рекреационная зона;

- природная зона (подзоны охраняемых природных территорий с выделением особо охраняемых; естественных природных территорий; хозяйственно неиспользуемых земель).

При зонировании по интенсивности землепользования выделяют четыре зоны:

- застроенные или застраиваемые территории, где невозможно или серьезно ограничено без значительных затрат средств или ресурсов иное их функциональное использование и полностью трансформирована естественная природная среда;

- территории интенсивного хозяйственного использования, включая освоение, с минимально возможными ограничениями (в основном, технологического характера) видов и интенсивности антропогенного воздействия, а также вмешательства в естественную природную среду;

– территории мало интенсивного или традиционного хозяйственного использования, как правило, с исключением хозяйственного освоения, со стабильными характером и видами антропогенного воздействия, постоянной или снижающейся его интенсивностью, с умеренным преобразованием естественной природной среды или с природной средой в стадии восстановления утраченного потенциала;

– территории с незначительным уровнем хозяйственного использования и мало нарушенной естественной природной средой, или неиспользуемые.

Границ ряда зон и подзон во многих случаях не могут быть уверенно определены, а их местоположение – отделено от других зон. Рекреационная или природоохранные функции могут быть еще одной основной функцией любой зоны, т.е. зоны (и функции) могут наслаиваться. Отдельные виды земель также могут быть отнесены к различным зонам.

Для пригородов крупных городов вообще характерна значительная доля в общей площади (на уровне или выше уровня среднеобластных показателей) застроенных территорий и земель, используемых в интенсивном сельскохозяйственном производстве, при относительно небольшой по площади природной зоне.

Разнообразие условий в пределах одной зоны предполагает установление для нее основных и дополнительных функций. Сокращение числа возможных функций, упрощение функционального назначения территории может свидетельствовать как об удачном проектном решении при формировании зон, так и о неблагоприятном развитии ситуации (в частности, в случае утраты природоохранных функций).

На втором этапе, на основании сложившегося функционального использования земель, территориальной организации района и ограничений в землепользовании формируются территориальные функционально-планировочные образования или территориальные комплексы регионального уровня, куда функциональные зоны входят составными частями.

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ СВОЙСТВ ПОЧВ КАК КРИТЕРИЙ УСЛОВИЙ ПРОИЗРАСТАНИЯ РАСТЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЕННЫХ СМЕСЕЙ

Ельников И.И., Денисова М.В. (Почвенный институт им. В.В.Докучаева, Россия)

Соотношение (сбалансированность) содержания химических элементов в органах растений считается обязательным определительным признаком в растительной диагностике. Почему же в почвенной диагностике оперируют, в основном, абсолютными значениями показателей свойств почв? Наши исследования, проведенные на различных почвах Нечерноземной зоны показали, что оптимальность питания растений зависит не только от средних запасов питательных элементов в пахотном слое, но и от гетерогенности корнеобитаемого слоя почв по агрохимическим показателям. Самым простым и доступным показателем агрохимической гетерогенности почв являются отношения абсолютных значений чисел, в которых выражается свойство почвы. Для диагностики условий произрастания растений по соотношению почвенных показателей важно выявить индикаторы плодородия, т.е. соотношения свойств почв, которые дают достоверную и устойчивую корреляцию с пространственной неоднородностью продуктивности растений. Нами установлено, что чем выше пестрота поля по микрорельефу и агрохимическим показателям, тем выше диагностическая информативность соотношения свойств почв. Это связано с тем, что соотношения почвенных показателей пахотного и подпахотного слоев лучше, чем их абсолютные значения отражают генетическое разнообразие почв на микроуровне и неоднородность корнеобитаемого слоя по доступности растениям питательных элементов почвы и удобрений. Необходимо учитывать, что антропогенное преобразование пахотных почв не приводит к заметной гомогенизации их свойств в пахотном и подпахотном слоях, влияющих на сбалансированность питания растений. И даже при достижении гомогенизации пахотного слоя почв по агрохимическим показателям и относительно не высокой микрорестроте урожая не приходится говорить об однородности качества (сбалансированности) питания на них растений и, соответственно, качества урожая. Определение экологической роли не абсолютных значе-

ний свойств почв, а их соотношений, как критерия плодородия, можно проиллюстрировать критериями сбалансированности минерального питания растений большим числом макро и микроэлементов питания растений (не менее 13). Учитывая высокую экологическую роль соотношения почвенных показателей в оптимизации минерального питания растений и интенсивное агрогенное преобразования почв на современном этапе требуется новый подход к пашне как к объекту земледелия.

Пахотный слой агрогенно преобразованных почв в Нечерноземье -- это фактически почвенная смесь, созданная в результате перемешивания под влиянием различных обработок и других факторов неодинаковых в генетическом отношении компонентов почвенного покрова и подпахотного слоя. В то же время, принятые в настоящее время группировки почв по обеспеченности питательными элементами разрабатывались в полевых опытах на генетически однородных почвах с минимальным примешиванием других компонентов. Методология диагностики плодородия почвенных смесей и генетически однородных почв не может быть полностью идентичной. Поэтому непосредственный перенос этих группировок на почвенные смеси (что пока общепринято) не имеет научного обоснования и полностью непригоден для решения задач адаптивно-ландшафтного земледелия. Например, при использовании одного и того же экстрагента (например, метода Кирсанова) для почвенной смеси и генетически однородной почвы даже при одинаковом содержании в них подвижного фосфора обеспеченность растений этим элементом и сбалансированность его с другими элементами, поступившими в растения не одинакова. Так в наших вегетационных опытах добавление к несмытой агросерой лесной почве компонентов средне и сильно смытой в разных пропорциях приводило при близком содержании подвижного фосфора к различному поступлению этого элемента в растения кукурузы и пшеницы. Диагностика плодородия почвенных смесей более сложна, чем диагностика генетически однородных почв. Наш опыт диагностики плодородия почвогрунтов показывает, что при этом важно учитывать долю каждого компонента смеси и его экологическую роль в оптимизации питания растений. Применительно к пашне это трудноосуществимо, но возможно косвенным путем: через учет соотношения числовых показателей свойств почвы и определения их сбалансированности.

Разработан метод количественного выражения сбалансированности свойств почв через относительные индексы обеспеченности ана-

логично методике многоэлементной диагностики питания растений (ИСОД), используемой при расчете сбалансированности содержания химических элементов в растениях.

Подход к пашне как к почвенной смеси существенным образом ограничивает возможности эффективного применения принятых в настоящее время обобщенных (стандартных) группировок почв по обеспеченности питательными элементами. Эти группировки разрабатывались для целей химизации и малоэффективны для решения задач экологизации земледелия. Они не учитывают генетические и экологические особенности пашни как почвенной смеси, которые могут сильно варьировать в зависимости от микропестроты почв и чувствительности разных видов и сортов культур к этой микропестроте. Диагностика плодородия почвенных смесей не может быть решена на базе классических опытов с удобрениями, в которых искусственно исключается влияние микропестроты почв по свойствам на обеспеченность растений элементами питания. Для ее решения предлагается формировать диагностические базы данных с использованием «метода малых площадок» непосредственно на том поле, где проводится диагностика с последующей интерпретацией результатов многоэлементного анализа растений и почв по критериям сбалансированности свойств почв и содержанию химических элементов в растениях. По предварительным данным этот подход высокоэффективен и при диагностике питания растений на почво-грунтах в условиях защищенного грунта.

ВОСПРОИЗВОДСТВО И ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ОСУШЕННЫХ ПОЧВ

*Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф., Гецевич Н.А., Бачила С.С.
(Белорусский государственный университет)*

Рассматривая расширенное воспроизводство плодородия почв, Б.Г. Розанов (1987) отмечает, что «можно сформулировать две взаимосвязанные и взаимообусловленные задачи рационального, т.е. экологически и социально-экономически обоснованного землепользования, включая земледелие: 1) путем прогрессивного наращивания искусственного плодородия обеспечивать расширенное воспроизводство почвенного плодородия, т.е. повышать потенциальное плодородие почв; 2) путем прогрессивного совершенствования сельскохозяйственной технологии обеспечивать рост эффективного почвенного плодородия».

дия, т.е. максимально возможную на данном уровне исторического развития текущую реализацию потенциального почвенного плодородия. Одновременное решение обеих задач служит залогом эффективности сельского хозяйства и экологической стабильности педосферы. Рассмотрим вопросы расширенного воспроизводства мелиорированных почв, имея в виду, что потенциальное плодородие характеризуется комплексом их свойств. Проводя осушительные мелиорации, мы улучшаем плодородие почв, создаем искусственное плодородие, которое гораздо выше естественного, о чем свидетельствует балл бонитета почв до и после мелиорации. Так, балл бонитета торфяных почв после мелиораций увеличивается с 25-29 до 75-43, на дерново-глеевых песчаных – с 24 до 63.

При проведении осушительных мелиораций и понижении УГВ на торфяных и заболоченных почвах резко нарушается ход почвообразовательных процессов, усиливается влияние климатического фактора почвообразования. Процессы оглеения, торфо- и гумусонакопления, аккумулятивные процессы сменяются противоположно направленными: выщелачиванием химических элементов, разложением органического вещества, разглееением и др. Мелиорированные почвы в силу изменения их водного режима являются экологически неустойчивыми, подвержены изменениям к зональным почвам. Если понижение УГВ и проявление зональных почвообразовательных процессов вызывает постепенное изменение, ухудшение потенциального плодородия почв, их эволюцию и трансформацию в менее плодородные, то система земледелия (удобрения, обработка, севообороты и др.) должны быть направлены на то, чтобы уменьшить, ослабить зональные, процессы почвообразования, создать положительный баланс органического вещества и элементов питания, улучшить их соотношение.

Обобщение результатов многолетних исследований и литературных данных свидетельствует, что по мере давности сельскохозяйственного использования мелиорированных территорий происходит увеличение объемной и удельной массы, степени разложения и зольности, что у торфяных почв имеет положительное значение. Однако, как правило, ухудшается водно-физическое состояние пахотного горизонта, он приобретает порошкообразную структуру, это усиливает эрозионную опасность и приводит к уменьшению водопроницаемости.

В процессе сельскохозяйственного использования мелиорированных почв происходит сработка органического вещества, влияющая на ряд свойств почв, их генезис и плодородие. Сработка торфяных почв

составляет 0,5 – 10 см в год при средних величинах 1,4 см. В абсолютных величинах потеря органического вещества торфяных почв составляет 3-20 т/га в год и более. Если сработка торфа выражается линейными величинами (см/год), то в нее входит и физический процесс уплотнения. Его доля в сработке торфа колеблется от 80 % - в начале освоения мелиорированных территорий до 20 % - при длительном сельскохозяйственном использовании торфяных почв.

Уменьшение мощности торфа в результате сработки и превращения мелиорированных торфяных почв в минеральные ведет к снижению их потенциального плодородия. Так, почвы с мощностью торфа 1-2 м оцениваются баллом бонитета 73; торфяно-глееватые с мощностью торфа 0,3-0,5 м – 63; торфянисто-глееватые, подстилаемые песками – 43; дерново-глееватые и дерново-подзолисто-глееватые – 40-21 баллом. Превращение торфяной почвы с мощностью 1 м в торфяно-глееватую снижает бонитет на 10 баллов, а в торфянисто-глееватую, подстилаемую песками, ведет к уменьшению бонитета на 20 баллов.

Эволюция мелиорированных почв и образование при сработке торфа минеральных почв вызывает изменение СПП мелиорированных территорий. Уменьшаются площади более плодородных торфяных почв и возрастает количество минеральных, преимущественно низко плодородных песчаных почв.

Средневзвешенный балл бонитета стационара «Полесье» (20 га) при исходных исследованиях в 1971 г. составлял 70 баллов, по прогнозу на 2015 г. с учетом эволюции почв и изменения структуры почвенного покрова, уменьшится на 30 баллов. Со снижением балла бонитета согласуются данные урожайности по колхозу «Полесье» за 15 лет (1971-1985 гг.). Урожайность зерновых снизилась с 28,2 ц/га до 20,9 ц/га.

ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА БЕЛАРУСИ И РОССИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭКОНОМИКО- ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Потко С.Г. (Белорусский государственный университет)

Комплексная оценка сельскохозяйственного потенциала Беларуси и субъектов РФ может быть обеспечена с помощью многомерного анализа. Вначале обосновывается система индикаторов, формируется матрица исходных данных. Для расчета сельскохозяйственного потенциала российских регионов и Беларуси в процессе диагностики предлагается проведение оценки по следующим признакам: площадь сельхозугодий; индексы физического объема продукции сельского хозяйства; валовой сбор зерновых; валовой сбор картофеля; урожайность зерновых; урожайность картофеля; поголовье крупного рогатого скота; поголовье свиней; производство молока.

Затем по каждому индикатору определяется максимальный элемент, который принимается за единицу (регион-эталон). Показатели по другим регионам (a_{ij}) делятся на максимальную величину эталонного региона ($\max a_{ij}$). Результат – матрица стандартизированных коэффициентов (x_{ij}):

$$x_{ij}=a_{ij}/\max a_{ij}. \quad (1)$$

Полученные коэффициенты возводятся в квадрат. Оценка проводилась для 78 из 81 регионов Союза Беларуси и России за исключением столичных ареалов Москвы и Санкт-Петербурга, а также Чеченской Республики, где в связи с военными действиями статистические наблюдения на расчетный период (2000 г.) не велись.

По каждому из 78 регионов Союза Беларуси и России результаты складываются, из найденной суммы извлекается квадратный корень, в итоге получается рейтинговая оценка региона (R_i):

$$R_i=\sqrt{x_{1j}^2+x_{2j}^2+\dots+x_{nj}^2}. \quad (2)$$

Рейтинговые оценки ранжируются, и определяется место региона по уровню развития сельскохозяйственного потенциала.

В соответствии с выбранной методикой по уровню развития сельскохозяйственного потенциала выделяются 5 типов регионов:

Обладающие очень высоким сельскохозяйственным потенциалом (рейтинговые оценки 2,59 – 1,29): Беларусь, Краснодарский и Алтайский края, Новосибирская, Саратовская, Оренбургская, Орловская, Ростовская, Волгоградская, Воронежская, Пермская, Омская, Татарстан, республики Коми и Кабардино-Балкария.

Обладающие высоким сельскохозяйственным потенциалом (рейтинговые оценки 1,28 – 1,16), куда вошли Ставропольский край, Тюменская и Курская области, Красноярский край, Калининградская область, Башкортостан, Белгородская, Вологодская, Ивановская, Кемеровская, Архангельская области, Республика Северная Осетия - Алания, Рязанская, Московская, Курганская и Томская области.

Обладающие средними оценками сельскохозяйственного потенциала (рейтинг 1,15 – 1,08). Это Костромская область, Республика Адыгея, Иркутская и Ленинградская области, Калмыкия, Владимирская, Брянская, Кировская, Камчатская, Амурская, Ярославская, Тульская, Свердловская, Нижегородская и Тверская области, Карачаево-Черкесская Республика.

Обладающие низким сельскохозяйственным потенциалом (рейтинг 1,07 – 0,94): Липецкая и Читинская области, Чувашская Республика, Мурманская и Самарская области, Хабаровский край, Астраханская, Калужская, Тамбовская области, Республика Мордовия, Еврейская автономная область, Пензенская область, Удмуртская Республика, Челябинская область, республики Дагестан и Хакасия.

Обладающие низким сельскохозяйственным потенциалом (рейтинговые оценки 0,93 – 0,45). Сюда вошли Ульяновская область, республики Бурятия, Карелия, Алтай и Марий Эл, Псковская и Новгородская области, республики Тува и Саха (Якутия), Смоленская область, Республика Ингушетия, Сахалинская область, Приморский край, Магаданская область и Чукотский автономный округ.

На основе этой типологии можно строить экономико-географическую концепцию региональной экономической интеграции Беларуси с российскими регионами в области сельского хозяйства. В основе ее должны быть следующие основополагающие принципы: организация общего аграрного рынка; концепция должна строиться, исходя из приоритета восстановления утраченных Беларусью россий-

ских рынков сбыта продукции растительного и животного происхождения, готовых пищевых продуктов; предусматривается активное участие белорусской промышленности в обновлении машинно-тракторного парка сельскохозяйственных предприятий российских регионов; заинтересованность Беларуси в обеспечении продовольственной безопасности за счет поставок из российских регионов.

ПРОБЛЕМЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ МИНСКОГО СТОЛИЧНОГО РЕГИОНА

Иотко Т.Г. (Белорусский государственный университет)

Земельные ресурсы Минского столичного региона составляют 2311,5 тыс. га или 11 % территории республики. В структуре землепользования преобладают земли сельскохозяйственного назначения — 54,2 %, а также земли государственных лесохозяйственных предприятий — 36,3 % (вместе с землями природоохранного и рекреационного назначения они составляют 37,1 % территории). Удельный вес земель общего пользования в населенных пунктах составляет 2,6 %. Земли промышленности, транспорта, связи и обороны составляют 5,3 % региона, среди них преобладают земли обороны (32,2 %), промышленных предприятий (29,3 %), автомобильного и железнодорожного транспорта (22,0 %).

Структура землепользования в разрезе районов Минского столичного региона отражает особенности природных условий и характера хозяйственного освоения территории. Для западных районов региона характерна более высокая, чем в среднем по региону доля земель сельскохозяйственного назначения. Наиболее высока она в Дзержинском районе (в 1,3 раза выше, чем в среднем по региону). Более низкий удельный вес земель сельскохозяйственного назначения в общей площади территорий наблюдается в северо-восточных районах. Так, например, в Борисовском районе доля сельскохозяйственных земель в 1,3 раза ниже, чем в среднем по региону.

Большинство химических веществ, загрязняющих почвы городов столичного региона, являются ингредиентами выбросов предприятий и автотранспорта. Наиболее токсична пыль машиностроительных заво-

дов, содержащая тяжелые металлы, и отработанные газы автотранспорта с повышенной концентрацией свинца.

Наиболее токсичными загрязнителями почв таких промышленных центров столичного региона как Минск, Борисов, Молодечно и Жодино, являются цинк, свинец, медь, в меньшей степени — кадмий, никель, хром. Эти вещества почти повсеместно накапливаются в повышенных концентрациях и образуют высокотоксичные аномалии. Общее загрязнение почв в г. Минске тяжелыми металлами можно считать угрожающим и небезопасным. Так, превышения концентраций тяжелых металлов характерны почти для 45 % территории города в пределах кольцевой дороги (без учета водоемов); интегральное загрязнение почв до опасного уровня наблюдается на четверти территории. Максимальные показатели загрязнения присущи центральной и юго-восточной частям города, а также отдельным участкам на северо-востоке столицы.

На сегодняшний день для столичного региона наиболее актуальными являются проблемы рационального использования земельных ресурсов г. Минска. Целый ряд факторов, таких как переход к рыночным условиям хозяйствования, формирование института местного самоуправления, принятие новой концепции жилищного строительства, обусловили изменения в территориально-пространственном и функциональном развитии города. К ним в первую очередь относится значительный рост территориальных потребностей города, связанной с изменением структуры жилищного строительства в сторону сокращения многоэтажной и увеличение доли (до 15 %) индивидуального жилья. Крупные промышленные зоны города в условиях перехода к рыночной экономике оказались не приспособленными к малой реконструкции и реструктуризации, в результате чего высокий уровень инженерно-технического обустройства этих территорий перестал соответствовать интенсивности их использования. Статус Минска как столицы суверенного государства и рабочих органов СНГ обязал придать новый качественный импульс развитию и реконструкции общегородского центра. Возникновение новых районов жилой застройки в комплексе с развитием необходимой инфраструктуры, решение вопросов рекреационного обслуживания и оздоровления окружающей среды обусловили взаимосвязанность рассмотрения проблем г. Минска и его ближайшего территориального окружения — Минского столичного региона.

Основные направления территориального развития города на перспективу предусматривают увеличение городских территорий к 2010 г. до 42,0 тыс. га за счет земель Минского района.

Новые социально-экономические условия требуют учета все возрастающей ценности сложившихся городских территорий, активного включения земельных ресурсов в сферу экономических интересов города. Данное обстоятельство определяет основную задачу по рациональному использованию городских земель на современном этапе: упорядочение структуры землепользования и экономия земельных ресурсов города. Для реализации основной задачи необходимо, прежде всего, уточнить границы городских земель, включая установление границ административно-территориальных образований Минска; провести работы по инструментальной инвентаризации городских земель; подготовить полную информацию о количестве, местоположении и целевом использовании земельных участков в городе; выявить используемые и нерационально используемые земли, обеспечить контроль над целевым использованием земель.

В современных условиях хозяйствования тенденции территориального роста Минска должны менять свою направленность в сторону перехода от экстенсивного к интенсивному типу развития. Это подразумевает постепенное увеличение удельного веса селитебных территорий в балансе городских земель, стабилизацию соотношений динамики численности населения и роста застроенных территорий, устойчивое расширение в городе зон реконструкции, развитие городских структур не только за счет освоения новых, прилегающих к городу земель, но и в значительной степени путем комплексной реконструкции и модернизации уже освоенных территорий. Решающее влияние на эффективное использование земельных ресурсов оказывает учет агломерационных тенденций в развитии города и пригорода. Город Минск в агломерации должен быть системой открытого типа, что обеспечит маневренность ресурсами, объемами строительства, направлениями территориального и экономического роста. В этой связи целесообразно принять единую для города и его окружения форму планирования, проектирования, строительства, административного и общественного управления.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

В Беларуси, несмотря на наличие благоприятных объективных предпосылок – доброкачественных информационно емких разномасштабных почвенных карт на всю территорию республики - почвенное микрорайонирование не проводилось. В определенной степени это объяснялось отсутствием соответствующих методических разработок, противоречивостью в таксономии, терминологии, принципах и самой теории районистики.

В последние годы в лаборатории экологии ландшафтов Белгосуниверситета в экспериментальном порядке выполнялись в рамках межвузовской программы «Природно-хозяйственные регионы» работы по детальному почвенно-экологическому районированию нескольких административных районов, характеризующих природные области республики (Белорусское Поозерье, Центральная Беларусь, Белорусское Полесье). В технологическом отношении они осуществлялись на основе районных почвенных карт м.1: 50000, которые также являлись источником экологических сведений (например, наличие заболоченных, эродированных, завалуненных, нарушенных и других земель). При почвенном районировании территории ключевых районов входили в один-два агропочвенных района. В действительности же на фоне основных преобладающих компонентов почвенного покрова, определяющих природный облик почвенного района, обычно присутствуют «чужеродные» элементы, не характерные, контрастирующие с фоном и обликом последнего, обусловленных проявлением местных закономерностей географического распространения почв – иная литологическая составляющая, явления гидроморфизма, эрозионной денудации, аллювиальной аккумуляции и т.д., а также их различные сочетания.

В районах распространения молодого холмисто-моренного рельефа (Белорусское Поозерье), с характерным для них литологическом фоном связных пород появление массивов рыхлых пород (например, небольшие камовые, зандровые поля) могут быть существенными критериями для выделения почвенного микрорайона. С другой стороны, присутствие на плоских пространствах, сложенных преимущественно рыхлыми породами (Белорусское Полесье), моренных островов, в литологическом отношении представленными двучленными породами (пески, супеси на морене), является районообразующим на микроуровне фактором. В совокупности с литологией становится здесь так-

же определяющим условием явления заболачивания. Насыщение состава почвенного покрова торфяно-болотными почвами стимулирует возникновение здесь новых микрорайонов.

Действие эрозионных процессов в районе распространения моренных возвышенностей и гряд (Белорусское Поозерье и Центральная Беларусь) определяет формирование территорий, различающихся степенью проявления этих процессов. Так, в наиболее крупных возвышенностях (Минская, Ошмянская, Новогрудская) наряду с выраженными плоскими или слабоволнистыми вершинными поверхностями обычны длинные эрозионноопасные склоны, к которым могут быть приурочены микрорайоны. Мелкохолмистый рельеф, обуславливающий мелкоконтурность земельных угодий и развитие внутри них механической эрозии (Белорусское Поозерье), образует ареалы, идентифицирующие с границами почвенно-экологических микрорайонов. Механическая эрозия имеет место также в районах распространения лессов (Оршано-Могилевское плато), характерной деталью рельефа которых являются суффозионные микрозападины (блюдца). Обилие последних может служить существенным критерием обособления отдельных территорий. Особые микрорайоны могут выделяться в поймах крупных рек (Припять, Днепр, Неман) в зависимости от типа и характера выраженных в них аллювиальных отложений или образовывать автономные микрорайоны при аномальном развитии пойм небольших рек (например, река Ипуть в Добрушском районе).

Наличие подобного многообразия районообразующих факторов, их более или менее частое, в известной степени закономерное чередование в пространстве, определяемое понятием структура почвенного покрова, обусловило формирование в пределах каждого из изучаемых полигонов разных природных регионов республики 7-12 почвенно-экологических микрорайонов. Поэтому наиболее рациональный и обоснованный путь проведения почвенно-экологического микрорайонирования лежит через детальное изучение структур почвенного покрова природных районов Беларуси, выделение среди них конструктивных составляющих – почвенных мезокомбинаций (сочетаний, вариаций, мозаик). В этом аспекте почвенный микрорайон можно определить как небольшую часть почвенного района или подрайона, особенности мезоструктуры почвенного покрова которой существенно отличаются от окружающего фона, вследствие локального проявления различных условий и процессов. Последние оказывают определенное влияние на направление, конкретный характер и результат хозяй-

ственной деятельности, формирование той или иной экологической ситуации. В процессе выделения микрорайонов важными моментами являются установление их предельных минимальных и максимальных размеров, привязка их границ по возможности к естественным рубежам, получение различных количественных характеристик. Выделенные микрорайоны являются природно-генетическими по сути и агро-экологическими по своему назначению.

ПРОБЛЕМА ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Ковалевская О.М. (Белорусский государственный университет)

В настоящее время практически для всех почвенных исследований применяется системный подход. Основной смысл системного подхода выражается в изучении жизнедеятельности системы и исследовании механизмов ее сохранения в условиях взаимодействия с окружающей средой. Взаимодействие это осуществляется в результате обмена веществом и энергией. При таком подходе учитываются не только отдельные факторы, роль некоторых из которых пока практически невозможно зафиксировать, а синтез всех факторов и их совместного действия. Почву можно представить как саморазвивающуюся систему. Основные требования к такой системе - целостность, открытость, необратимость изменений, неустойчивость - выявляются на соответствующем уровне исследований. При таком подходе возможно выявление (количественное и качественное) и основных закономерных черт развития изучаемого объекта, и его направленности.

Говоря о развитии объекта необходимо понимать его как систему - целостный объект, состоящий из соподчиненных объектов-подсистем, которые называются компонентами. Тогда под развитием понимаются такие направленные необратимые изменения, которые происходят под действием внутренних для данной системы взаимодействий. Определить развитие объекта - это значит задать состояние объекта в разных положениях пространства и времени. Процесс трансформации, в отличие от процессов развития, определяется не только внутренними, но и внешними по отношению к изучаемой системе воздействиями. Кроме того, нередко процессы трансформации

приводят не к развитию, а к деградации или даже разрушению системы.

Таким образом, самые общие требования, которым должна удовлетворять система, чтобы быть способной к развитию, следующие:

- 1) целостность;
- 2) открытость;
- 3) необратимость;
- 4) неустойчивость.

В общем виде эволюционный процесс можно описать следующим образом: «системы эволюционируют вдоль интегральных кривых в пространстве состояний, но изменяются только когда теряют устойчивость, претерпевая дискретную серию бифуркаций или переходя скачком из одной особой точки в другую. Хотя две системы отнюдь не обязательно должны находиться между собой в отношении иерархической упорядоченности, для того, чтобы обмениваться энергией или информацией, такое упорядочение необходимо».

Исходя из основных принципов глобального эволюционизма, объект почвоведения, его структура и функции предстают совершенно с новой стороны. Подход к объекту почвоведения как к саморазвивающейся материальной системе возможен через раскрытие специфики географического пространства и времени. Способом существования такой системы является географическая форма движения материи, а формой бытия - географическое пространство и время.

Следовательно, объект географии вообще - такое материальное образование, которое имеет географические свойства и законы и с которого развитие материи выходит на новый, географический уровень организации. Если мысленно исключить из этой системы социальные объекты, изучаемые экономической географией, то географический материальный объект не исчезнет. Значит, сущность географического уровня организации материи ниже социальной. Далее, если исключить биологические объекты - животный и растительный мир - географическая, т.е. неживая природа все равно останется. Следовательно, географический уровень организации материи имеет неорганическую природу, а именно появление на Земле атмосферы и гидросферы, а также скульптурных форм рельефа (внешняя поверхность литосферы) означает возникновение новых географических явлений и законов. Таким образом, атмосфера, гидросфера, поверхность литосферы - это первичные структур-

ные элементы географической саморазвивающейся системы, каждый из которых оказывал воздействие на остальные.

Существование географического структурного уровня организации материи должно означать и наличие соответствующей формы движения материи. А.А. Григорьев, рассматривая географическую оболочку как единый физико-географический процесс, выделяет три основных его составляющих: климатический, гидрогеологический и геоморфологический процессы. В том, что эти три географических процесса взаимно порождают друг друга, и заключена сущность географической формы движения материи, которая становится способом существования нового географического уровня организации материи.

Почвенный покров, рассматриваемый с таких позиций, представляет собой совершенно уникальную систему. Основная его особенность – границы этой системы, поскольку рельеф, растительный мир, климат и т.п. формально являются внешними по отношению к данной системе, однако с точки зрения эволюционной теории это компоненты эволюционирующей почвенной системы. Таким образом, современное почвоведение располагает достаточным естественнонаучным материалом, чтобы сделать вывод: объектом изучения почвоведения является саморазвивающаяся материальная система особого структурного уровня организации материи. Эта система удовлетворяет всем требованиям к эволюционирующей системе: она целостна, имеет свои структурные уровни и иерархию, обладает структурной и функциональной сложностью открыта, неравновесна..

Этап окончательного становления системы означает возникновение нового системообразующего отношения, самостоятельность которого связана с появлением собственной внутрисистемной дифференциацией вещества. Только с возникновением почв стал возможным новый вид движения материи, заключающийся в превращении неорганического вещества в органическое и обратно, аккумуляции вещества и энергии – плодородии. При этом рельеф и климат и растительность предстают как важнейшие из системообразующих факторов, не обладая в отдельности теми свойствами, которые присущи всей системе в целом (особой структурой, самостоятельными функциями и т.д.). Таким образом, почва как система имеет свойства, отличные от географического, так и от биологического уровня организации материи. То есть формирование целостности почвенной системы шло параллельно с образованием уровней (составляющих системы) и завершилось формированием самостоятельного системообразующего отношения, т.е.

почвенного уровня организации материи. Еще В.В. Докучаев доказал, что почвы, являясь структурным элементом географической оболочки, на другом уровне предстают как сложные самоорганизованные системы.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ И ЕГО РЕГУЛИРОВАНИЕ

Ковриго П.А. (Белорусский государственный университет)

Формирование температурного режима почв определяется процессами тепло- и влагообмена, непрерывно протекающими между растительным покровом, почвой и атмосферой. На интенсивность этих процессов также влияют радиационные и водные условия данной территории. Кроме того, процессы нагревания и охлаждения торфяно-болотных почв зависят от тепловых ее свойств -- теплоемкости и теплопроводности, которые определяются соотношением твердой, жидкой и газообразной фаз почвы. Так, с увеличением влажности почвы возрастает объемная теплоемкость и теплопроводность. Напротив, чем больше содержится воздуха в почве, тем меньшие значения принимают теплофизические характеристики.

После осушения торфяно-болотной почвы, ее тепловые свойства, определяющие температурный режим, зависят от соотношения воды и воздуха, заполняющих поровое пространство. Однако, в этом соотношении важнейшую роль в формировании температурного режима играет содержание влаги, которая обладает более высокими значениями теплоемкости и теплопроводности по сравнению с твердым субстратом и почвенным воздухом. Известно, что теплопроводность сухого торфа меньше в 5 раз теплопроводности воды и в 9 раз меньше теплопроводности минерального компонента. Теплопроводность же минеральной почвы в сухом состоянии превышает теплопроводность воды в 3-4 раза. Следовательно, регулированием влагосодержания почвы, а также соотношения минерального и органического компонентов достигается улучшение теплофизических свойств торфяно-болотной почвы и связанного с ними температурного режима.

Нами проведены исследования влияния дождевания и землевания торфяно-болотных почв на их температурный режим. Установлено, что дождевание содействует повышению минимальной температуры

почвы на 3-5°C и этим самым уменьшает опасность повреждения растений заморозками. При этом впервые выявлено, что температура пахотного слоя торфяно-болотной почвы при ее увлажнении дождеванием не понижается, как на минеральных почвах, а повышается. Благодаря орошению суточные амплитуды колебаний температуры проникают на большую глубину, чем без орошения. Это значит, что вследствие орошения равномерно прогревается пахотный слой торфяно-болотной почвы.

Повышение температуры при орошении торфяно-болотной почвы объясняется увеличением ее теплопроводности и потока тепла в глубину. Этим самым обеспечивается умеренный режим дневных температур на поверхности почвы и предотвращается перегрев растений. Ночью же из-за лучшей теплопроводности орошаемых почв увеличивается приток тепла с глубины к их поверхности, что предохраняет приземные слои воздуха от низких температур и заморозков. Кроме того, при орошении вместе с поливной водой в глубокие слои почвы выносятся тепло, аккумулированное днем в приповерхностном слое, а также теплота смачивания, которая выделяется при физико-химическом взаимодействии воды и сухой почвы.

Тем же тепловым эффектом обладает и землевание. Внесение в торфяно-болотную почву минерального грунта вызывает резкое изменение ее физических свойств, улучшает водный и температурный режим. В результате землевания возрастает вес твердой фазы и плотность единицы объема почвы, что интенсифицирует ее теплообмен, определяющий температурный режим.

Основной причиной положительного температурного эффекта, возникающего при искусственной минерализации торфяно-болотной почвы, является существенное улучшение теплопроводности, которая при этом возрастает в 5 раз.

Вследствие улучшения условий воздухообмена и повышения теплопроводности увеличивается глубина промерзания и интенсивность оттаивания торфяной почвы, содержащей минеральный грунт. Такая почва промерзает на 10-15 см глубже. Несмотря на более глубокое промерзание, минерализованные торфяники весной оттаивают на 7-10 дней раньше, что способствует повышению температуры на глубине заделки семян на 2-3°C, более раннему созреванию их для проведения весенних полевых работ, которые на торфяных почвах обычно проводятся на 3-4 недели позже, чем на минеральных.

Торфяно-болотные почвы с примесью минерального грунта оказываются более влажными. На участках, где добавляли песок и супесь, влажность почвы в слое 0-50 см на 30-50 мм выше, чем на контроле. Почва с дополнительной минерализацией меньше теряет влаги на испарение, атмосферные осадки лучше впитываются и быстрее проникают в нижележащие слои благодаря увеличению коэффициента фильтрации. Улучшение гидротермических условий способствует значительной прибавке урожая.

ОЦЕНКА СВОЙСТВ КОРНЕОБИТАЕМОГО СЛОЯ ДЛЯ ВОССОЗДАННЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Крупская Л.Т., Дербенцева А.М., Кушнеренко А.В., Степанова А.И.
(Дальневосточный государственный университет)*

В основе лежат результаты почвенно-геоботанического наземного обследования территории Чаунского района Магаданской области, на землях которого находится Комсомольский горно-обогатительный комбинат. Исследуемая территория площадью 119 га расположена в бассейне реки Ичувеем, на ее притоке - ручье Клыковый. Разрез месторождений днища долины реки Ичувеем сложен в основном такими горизонтами рыхлых отложений: с поверхности почвенно-растительный слой с подстилающими его мелкодисперсными высокольдистыми отложениями общей мощностью до 3-4 м. Ниже залегают дресвяно-щебнистые, мерзлые льдистые отложения мощностью до 3-5 м, подстилаемые песчано-щебнистыми мерзлыми породами с низкой льдистостью и мощностью до 3 м. Почвообразующие породы представлены покровными отложениями и имеют суглинисто-глинистый гранулометрический состав с преобладанием фракции крупной пыли. Эта фракция обуславливает большую влагоемкость и низкую водопроницаемость, следствием чего является интенсивное переувлажнение и оглеение развивающихся на них почв.

Во время обследования было заложено 7 разрезов и выявлены несколько типов почв: глеезем криотурбированный торфянисто-перегнойный ненасыщенный суглинистый, дерновая глеевая торфянистая ненасыщенная суглинистая. Большую часть занимает почва - глеезем типичный ненасыщенно-окисленный суглинистый. Морфологическое описание профиля этой почвы приводим по разрезу 2-98. Разрез заложен в 160 м от ручья Хмурый, на правом берегу; в 130 м от слия-

ния ручьев Клыковский и Хмурый. Растительность: ивнячково-хвощевая ассоциация.

A₀ 0 - 0,3 см. Органогенный горизонт представленный опавшими надземными частями хвоща. ***Bg 0,3 - 14 см.*** Охристо-сериозный, имеются включения в виде отмерших органических остатков [кусочки коры, веточки], пронизан мелкими корнями, встречаются камни диаметром до 5 см с охристыми кутанами на поверхности, уплотнен, комковато-ореховатый, влажный, среднесуглинистый, переход заметный.

BCg 14 - 52 см. Светло-бурый, в верхней части мелкие корни до 20 % объема, по всему профилю серые пятна, включения в виде камней с охристыми кутанами, бесструктурный, уплотнен, тяжелосуглинистый, сырой, переход постепенный.

Cg 52 - 65 см. Более оглеенный, плотный, серовато-охристый.

Физико-химические анализы почвенных образцов показали, что обеспеченность почв подвижными формами фосфора низкая по всему профилю (от 0,7 мг/100 г почвы в слое 0 - 10 см до следов в слое 10 - 30 см). Содержание калия несколько выше: в слое 0 - 10 см 5,5 мг/100 г, в слое 10 - 35 см - 3,0. При определении NO₃⁻ во всех образцах обнаружались лишь следы. Изученные почвы имеют кислую реакцию среды, слабо насыщены основаниями. Максимальное содержание гумуса в верхнем слое составляет 3,4 %, в нижележащем (10 - 30 см) - 1,8 %.

Россыпные месторождения осваиваются преимущественно открытым способом. На Крайнем Севере имеются свои специфические проблемы воссоздания земель, связанные с разрушением ландшафтов при разработке россыпных месторождений золота открытым способом. Формирование гумусового горизонта на поверхности техногенных отвалов может идти путем возврата хранимого гумусового горизонта естественных участков, путем залужения или облесения. При этом важно создать микробиологическое возбуждение путем введения соответствующих культур и сделать запас питательных веществ.

Подготовка месторождения к разработке предусматривает разрушение мерзлых вскрышных пород (послойное оттаивание, фильтрационно-дренажное) или буро-взрывными работами. Затем на территории месторождения создается антропогенно-техногенный ландшафт с множеством отвалов и выемок. На горнотехническом этапе воссоздания земель важен правильный подбор и оптимизация корнеобитаемого слоя, создаваемого на поверхности отвалов пород. Известно, в условиях Крайнего Севера процесс почвообразования замедлен. Почвы в

естественном состоянии не имеют в полной мере благоприятных физических и химических свойств, необходимых для нормального развития культурных растений. Для них также характерна пониженная биологическая активность. Воссозданный профиль на изученной территории представлен слоем A_0 (0 - 0,3) см - сухие стебельки арктогроссии, между которыми видна минеральная поверхность; $A_{\text{антропог.}}$ (0,3 - 20) см серый, обилие мелких корней, каменистый по всей глубине (камни диаметром более 4 см до 80 % объема слоя), вниз плотность возрастает, сухой, пылевато-супесчаный; Д (20 - 35) см - каменистая порода.

Исследованиями установлено, что при конструировании корнеобитаемого слоя, кроме мелкозема, являющегося средой для удержания питательных веществ, в зоне многолетнемерзлых пород аккумулятором и перераспределителем тепла является крупная фракция этих пород. При введении ее в субстрат созданного верхнего слоя увеличивается порозность и повышается водопроницаемость этого слоя. Улучшается также тепловой режим (температура увеличивается на 4 - 8⁰ С, по сравнению с естественными почвами). Проведенный анализ образцов из созданного корнеобитаемого слоя показал, что физико-химические свойства его таковы: содержание гумуса 5,5 %, подвижных форм фосфора 22,8 мг/100 г, подвижных форм калия 30,9 мг/100 г, NO_3^- - 2,3 мг/100 г, pH_{KCl} - 5.1, гидролитическая кислотность составляет 5,7 экв/100 г, степень насыщенности основаниями - 67,8 %. В целом видно, что химические свойства верхней части техногенного слоя значительно выше, чем у естественных почв данной территории. Искусственные смеси, используемые на биологическом этапе воссоздания почв, обладают более благоприятными свойствами для произрастания растений, чем естественные почвы, вследствие внесения в эти смеси минеральных и органических удобрений. После создания культурного пахотного слоя с необходимыми оптимальными условиями, нужно учитывать, что в жестких условиях арктической и субарктической тундры в этот слой не следует сеять однолетние культуры, не способные максимально использовать тепловые ресурсы воссозданных земель. Лучшими перспективами обладают многолетние травы, перезимовавшие части которых обеспечивают возобновление надземных побегов и листовой массы сразу же после освобождения поверхности корнеобитаемого слоя от снежного покрова и переходе температуры воздуха через 0⁰С.

ЗЕМЕЛЬНАЯ РЕФОРМА И СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Кухарук Е.С., Балан Т.Ф.

*(Государственный Аграрный университет Республики Молдова,
Государственный университет Республики Молдова)*

Земельная реформа, предусматривающая приватизацию земель в Молдове, особенно после 1992 года, обернулась неустрашимыми и невосполнимыми потерями. На начало 2002 года эрозия почв достигла такого размаха, что уже 37,4 % площади всех земель сельскохозяйственного назначения эродированы в разной степени. Последнее десятилетие оказалось самым благоприятным условием для необузданного развития эрозионных процессов в республике.

Смыв только на 1 мм означает потерю 10 тонн почвы на 1 га, на 1 см, соответственно, 100 т/га и т.д. Несложно подсчитать, что «слабосмытость» – это потеря почвы до 2 300 т/га, «среднесмытость» – 4 700 т/га, а «сильно» – 7 000 т/га. Помножив на общую площадь всех смытых почв, получим сотни миллионов тонн безвозвратно утраченных плодороднейших почв. «Безвозвратно» – потому, что их уже невозможно вернуть на свое место. Это не по силам никому, даже самым экономически мощным государствам. Почву искусственно создать невозможно. Почва является продуктом жизнедеятельности почвенной фауны и флоры, существование и активность которой определяется достаточным количеством и качеством органического питания.

Наличие и густота растительного покрова прямым образом определяют саму возможность смыва почв. Наименьший смыв, компенсируемый воспроизводящей способностью почвенной биоты, происходит на целинных землях, не затронутых деятельностью человека. На распаханых, в особенности, землях, используемых под пропашные культуры смыв и размыв почв происходит наиболее интенсивно.

Отсюда следует, что наибольшее внимание следует уделить рассмотрению развития эрозии почв на пашне, расположенной на склонах; 79,8 % площади пахотных земель расположены на склонах, крутизной более 1 градуса.

Как зависимость степени смытости почв от крутизны склонов – прямая. В целом по республике все 87,3 тыс. га пашни на склонах крутизной более 8 градусов сильно смыты, полностью на 100 %. На склонах 5-8 градусов – на 66,5 %, а в южной и юго-восточной зонах на 80,3 и 92,7 % соответственно. Только на склонах крутизной 1-5 градусов

эродированность почв предоставляет «слабую» степень смытости на площади 306,8 тыс. га. Всего смытых почв пашни 679,7 тыс. га, что составляет 46,3 % от всей пашни на склонах. Однако не будем забывать о еще более важной функции почв – общеэкологической и общебиосферной, так как почвенный покров является одной из систем жизнеобеспечения всего биоразнообразия на земле, в том числе и человека. Без почвы, так же как и без воды, воздуха и солнечной энергии высокоорганизованная жизнь невозможна. Конечный результат эрозии почв – опустынивание.

К ранее существовавшим – предельная хозяйственная освоенность территории, распашка крутых склонов, неумеренное отравление почвенной биоты ядохимикатами и, так называемыми, минеральными удобрениями (которые, по сути, являются минеральными солями), ненормированный выпас скота и другим добавились: практически полное прекращение внесения органических удобрений, распашка полей вдоль склонов, чрезмерное дробление земель на приватизированные участки, что объективно исключает саму возможность применения севооборотов, вывоз с полей всей надземной массы растений (на корм скоту, на топливо), рост площадей под пропашные культуры (в основном под подсолнечник и кукурузу на зерно), сокращение площадей под садами и виноградниками и перевод их в пашню, массовая вырубка лесополос и лесов, непринятие даже элементарных мер по предотвращению или торможению развития эрозии, бесменное выращивание монокультуры на одних и тех же полях в течение многих лет и т.д.

В период приватизации часть сильно-эродированных земель была передана в лесной и резервные фонды, отведена под водоохранные зоны, часть – под пастбища. Часть земель (около 70 тыс. га) передана в государственный резерв, как утратившие свое хозяйственное значение.

Последствия эрозии почв, наблюдаемые в настоящем и ожидаемые в недалеком будущем, если не будут приняты решительные меры по сокращению и замедлению процессов эрозии до допустимого уровня представляют собой реальную угрозу нашей стране и народу.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УХУДШЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

Латицкая О.В. (Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого)

Плодородие лесных земель определяет продуктивность лесных насаждений. В достаточно общем виде плодородие конкретных участков леса (таксационных выделов) характеризуется типами условий местопроизрастания (типами леса) в пределах двумерной эдафической сетки П.С. Погребняка. В лесной таксации уровень продуктивности древостоя выражают через класс бонитета.

Из курса лесоводства известно, что плодородие лесных почв не остается неизменным. Описаны почвоулучшающие древесные и кустарниковые виды, например, береза, желтая акация, аморфа. В противоположность им ель и некоторые другие древесные породы ухудшают условия последующего роста древостоев. Ухудшение почвенных условий, т.е. снижение плодородия происходит при осуществлении сплошных рубок леса без соблюдения экологических требований: трелевки гусеничными тракторами, приводящая к сдиранию травяного и мохового покрова и созданию благоприятных условий для развития водной эрозии почв. Механизмы как улучшения, так и ухудшения почвенного плодородия лесных земель сложны и не являются целью настоящего исследования. Здесь достаточно констатировать, что такие процессы имеют место на лесных землях.

В силу длительности процесса лесовыращивания изменение почвенного плодородия и его влияние на продуктивность древостоев не нашли должного отражения в литературе. В большей степени исследованы последствия лесных пожаров и некоторых стихийных бедствий. Рассматривая методические подходы к экономической оценке почвенного плодородия, отметим возможность использования здесь разных методов экономической оценки природных ресурсов вообще, и лесных насаждений в частности. Все методические подходы при тех или иных особенностях, обусловленных объектом исследования, можно свести к нескольким: метод возмещения затрат, метод упущенной выгоды, рентный.

В настоящее время предпочтение отдается рентному подходу. Он достаточно полно учитывает и регулирует производственные отноше-

ния при использовании лесных ресурсов и при их воспроизводстве с помощью экономического механизма. При этом следует исходить из того, что каждый лесной выдел имеет определенную кадастровую цену. Повышение или понижение (последнее случается чаще) почвенного плодородия изменяет кадастровую цену выдела в ту или иную сторону. Научные разработки по определению кадастровой оценки земель лесного фонда разработаны достаточно полно, особенно для Беларуси. При экономической оценке древостоя на выделе, который выступает как естественное средство производства, руководствуемся эффектом его использования как объекта собственности, т.е. применяем дифференциальную ренту I, определяемую плодородием (продуктивностью) и местоположением участка.

Величина потерь от снижения почвенного плодородия выразится как разница кадастровых цен этого участка до и после снижения плодородия. Так как после изменения кадастровой цены будет изменена величина ренты, то она должна найти отражение в величине ущерба, т.е.:

$$\Pi = K_{\text{ц}}^1 - K_{\text{ц}}^2 + P_{\text{н}},$$

где Π – общая величина потерь от уменьшения почвенного плодородия; $K_{\text{ц}}^1$ и $K_{\text{ц}}^2$ – кадастровая цена выдела до понижения плодородия ($K_{\text{ц}}^1$) и после его снижения ($K_{\text{ц}}^2$); $P_{\text{н}}$ – недополучаемая рента.

Кадастровая оценка в основном зависит от величины и качества запаса древесины на каждом выделе. Должна учитываться и другая продукция леса. Для оценки дифференциальной ренты I можно воспользоваться формулой, предложенной В.А. Петренко, В.С. Тришиным и А.Б. Золотницким:

$$C_{\text{д}} = \sum_{N=1}^T \left[Z_{\text{тек}, N} \cdot C \cdot n \cdot \sum_{N=1}^T \frac{1}{(1+p)^r} \cdot N \right]$$

где $C_{\text{д}}$ – цена 1 га лесной земли в конкретных условиях местопроизрастания, руб; $Z_{\text{тек}, N}$ – текущий годичный среднепериодический прирост ($\text{м}^3/\text{га}$) по десятилетиям; T – оборот главной рубки, десятилетие; N – число 10-летних периодов в пределах оборота рубки ($T/10$); C – средняя таксовая стоимость обезличенного м^3 древесины в возрасте главной рубки; n – коэффициент, учитывающий продуктивность 1 га земли по другим продуктам леса; p – норма дисконта; t_N – возраст древостоя по 10-летним периодам в пределах оборота рубки.

При улучшении почвенных условий за счет применения удобрений, введения почвоулучшающих древесных и кустарниковых видов растений и т.п. величины $K_{\text{ч}}^1$ и $K_{\text{ч}}^2$ меняются местами.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА КАФЕДРЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕДАГОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ МАКСИМА ТАНКА

Лепешев А.А., Кирвель И.И., Кудло К.К. (Белорусский государственный педагогический университет им.М.Танка)

Почвенная тематика всегда занимала ведущее место в научных исследованиях преподавателей кафедры физической географии БГПУ им. М. Танка. Основоположником почвенных исследований был известный почвовед О.Н. Андрищенко - первый заведующий кафедрой физической географии, образованной при реорганизации факультета в 1972 году.

Около 10 лет заведовал кафедрой физической географии бывший старший научный сотрудник лаборатории биохимии почв БГУ К.К. Кудло. В последние 15 – 20 лет он провел ряд интересных исследований по геохимической экологии почв. В 1985–1990 г.г. под его руководством было проведено международное научное исследование по теме «Природоохранные эталонные исследования экосистем природной зоны г. Минска» в выполнении которой принимали участие сотрудники кафедры физической географии, ботаники и зоологии. В результате исследований было установлено, что под влиянием техногенной миграции химических элементов в почвах, водах и растениях природной зоны происходит интенсивное накопление свинца, ванадия, кобальта, хрома, меди, цинка, стронция и других химических элементов.

В 1996–2000 г. К.К. Кудло и доцент кафедры ботаники Л.Б. Утыро провели исследования по теме «Экологическая оценка степени накопления микроэлементов в агроэкосистемах природной зоны г.Минска». Полевыми опытами было установлено, что несмотря на высокое содержание в почве ряда микроэлементов, их накопление в зерне разных сортов ржи, ячменя и пшеницы незначительно. Это обусловлено влиянием физиологических геохимических барьеров на пути движения в

растениях химических элементов (корень-стебель, стебель-зерно). Высокое содержание микроэлементов было отмечено только в клубнях картофеля поздних сортов, где эти барьеры не столь четко выражены.

С сентября 1986 г. на кафедре физической географии работает известный почвовед, член президиума Белорусского общества почвоведов А.А. Лепешев, с 1999 года – декан факультета естествознания. Он активно занимается изучением особенностей проявления эрозионных процессов на территории Беларуси, вопросами почвенного картографирования, применения аэрокосмических методов в изучении природных ландшафтов. Под его руководством сделано географическое обоснование необходимости создания гидрологического заказника «Селява». А.А. Лепешев активно участвовал в выполнении республиканской научно-исследовательской темы «Влияние антропогенных факторов на изменение экосистем Березинского биосферного заповедника и смежных с ним территорий», в изучении почв государственных национальных парков. Он автор ряда оригинальных пособий по географии почв, руководит аспирантами, большинство из которых защитили кандидатские диссертации. Им создан кабинет почвоведения, который оснащен приборами по определению агрохимических и воднофизических свойств почв, наличию в почвах и растениях радиоактивных элементов, представлены плёночные монолиты основных типов и разновидностей почв Республики. Под руководством доц. А.А. Лепешева ежегодно проводятся полевые семинары по изучению почвенного покрова РБ.

Доцент кафедры Н.В. Науменко в течение последних 15 лет активно занимается вопросами водной и земельной мелиорации почв. В 1994 г. она защитила кандидатскую диссертацию по теме «Применение сапропелей для мелиорации дерново-подзолистых песчаных почв». В последние годы ею написаны ряд интересных научных статей по окультуриванию малоплодородных почв сапропелями, экологических проблемах осушенных земель Минской области и др.

Доцент О.Ю. Панасюк в 1994 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме «Оценка агроэкологического потенциала ландшафтов Белорусского Поозерья», в которой большое внимание уделяется вопросам агрохимии почв, их качественной оценке и т.д. В настоящее время она занимается вопросами геоэкологической оценки отдельных административных районов Минской области.

ОЦЕНКА СКОРОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ

*Лисецкий Ф.Н. (Белгородский государственный университет)**

***Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-05-96486).**

При обобщении литературных источников (за 70-90-е годы XX в.) определено, что в природных условиях средняя скорость формирования гумусового горизонта почв оценивается величиной 0,16 мм/год с колебаниями (по 78 оценкам) в 80 раз (от 0,0125 до 1 мм/год). Близкие результаты получены и при обобщении среднеинтервальных оценок каждого из 67 авторов публикаций: $\Delta H/\Delta t = 0,132 \pm 0,02$ мм/год ($0,018 \div 0,85$ мм/год). Таким образом, имеющиеся в современной литературе представления формируют точку зрения, что средняя скорость формирования гумусового горизонта почв в условиях действия природных факторов при равновесной плотности сложения (примем, что это $1,25 \text{ т/м}^3$) составляет 1,65-2,0 т/га в год. Несколько иные значения предполагаются для условий культурного почвообразования. Как считают американские исследователи, по сравнению с природными условиями скорость антропогенного почвообразования может быть и в 2 раза ниже, и в 1,7 раз выше в зависимости от условий землепользования. Отмечаемое во многих исследованиях растягивание гумусового профиля незродированных почв под влиянием агрогенеза, часто сопровождается активным развитием физико-химической и биологической деградации почв. Нами было предложено называть изменение морфологического строения почв в результате их агрогенной эволюции, имитирующее культурное почвообразование, но не сопровождаемое повышением структурной организации на других иерархических уровнях, - аллопсевдоморфозом. В этой связи, точка зрения об однозначных преимуществах скорости антропогенного почвообразования над природным, не выдерживает критики.

Наиболее точно представление о скорости процесса почвообразования дает «одномоментная» скорость ($V = dH/dt$). В связи с нелинейной зависимостью $dH/dt = f(H)$ усредненная скорость $\Delta H/\Delta t$ не равна «одномоментной» скорости dH/dt . Осредненные оценки скорости почвообразования по мере учета все более длительных этапов становления почвенного профиля будут все в меньшей степени отражать сформированную почву. Чем больший интервал времени используется

при расчете скоростей, тем больше из-за различий криволинейной зависимости $H = f(t)$ от линейного усреднения $\Delta H/\Delta t = (H_2 - H_1)/(t_2 - t_1)$ будет искажено истинное значение скорости dH/dt . Поэтому требуется обоснование интервала времени, длительность которого ограничена нелинейным ходом процесса.

Формулировки «за N лет образуется X мм плодородного слоя почвы», или « X мм плодородного слоя почвы формируется за N лет» допустимы для хроноинтервалов онтогенетического развития гумусового профиля от 0 до 100 лет, от 100 до 2500 лет, от 2500 до 6000 лет и от 6000 до 10 000 лет. (К примеру, по нашим данным, для почвообразования в условиях лесостепи можно так описать процесс развития гумусового профиля: за первые 100 лет в среднем формируется около 16 см, от 100 до 2500 лет – 28 см, от 2500 до 6000 лет – 40 см и от 6000 до 10 000 лет – 24 см гумусового горизонта). Для указанных хронозон, не содержащих критических точек процесса, линеаризация криволинейного хода процесса формирования гумусового горизонта будет вносить меньше искажений при расчете средних скоростей: к примеру, для черноземов лесостепи, 1,30, 0,12, 0,11, 0,06 мм/год, соответственно.

Указания на скорость процесса («гумусовый горизонт почв нарастает со скоростью N мм/год») или указание на мощность за время ее формирования («1 дюйм (1 см, 20 см и т.п.) образуются за N лет»), без привязки к сформированной мощности, в общем, некорректны. На начальных этапах почвообразования (в первые 100 лет) 25 мм почвы может образоваться за 19 лет, а на поздних стадиях развития (при ее возрасте свыше 6000 лет) такая же мощность – и за 420 лет.

За счет нелинейного характера изменения во времени почвообразовательного процесса различия в скорости формирования гумусового горизонта составляют 3–4 раза на начальных и конечных стадиях формирования почвенного профиля. Почвы основной земледельческой зоны при их онтогенетической зрелости, соответствующей сильноосмытым, характеризуются скоростью формирования гумусового горизонта 0,11–0,18 мм/год (1,4–2,2 т/га в год), а при слабой степени смытости (утрачено до половины гор. А) – 0,04–0,05 мм/год (0,5–0,6 т/га в год).

В условиях лесостепи нами для первых лет почвообразования (до 10 лет) зафиксированы максимально возможные скорости формирования гумусового горизонта в автоморфных условиях от 6 до 9 мм/год (по мере облегчения гранулометрического состава почвообразующей

породы). Эти оценки в 150-180 раз больше, чем средние дискретные скорости, характеризующие полнопрофильные почвы, находящиеся в квазиравновесном состоянии с факторами среды.

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ СЛОЖНЫХ ЗАДАЧ И ПРОБЛЕМ АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ

Лисица В.Д., Сергеев В.Т.

(РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)

На основании работ Л. фон Берталанфи в биологии и других разделах науки сложилось новое направление, получившее название "системный подход", главным свойством которого является "эмергентность".

"Эмергентность означает принципиальную несводимость свойств системы к сумме свойств ее составляющих частей и не выводимость из последних свойств целостного объекта. Обусловленность свойств целого свойствами частей проявляется не непосредственно, а через связи". Сама связь в системном подходе выступает как полноправный предмет исследования. Другими словами, свойства целостного объекта качественно отличаются от индивидуальных свойств всех входящих в систему составляющих.

Оценивая результаты, полученные в течение 19-го столетия, как гигантские приобретения, "перевернувшие наше мировоззрение вверх дном", Докучаев (1898) отмечал в них существенный недостаток. "Изучались, главным образом отдельные тела (минералы, горные породы, растения и животные, отдельные стихии (огонь, вода, земля, воздух) ..., но не их соотношения, не та генетическая, вековая и всегда закономерная связь, которая существует между мертвой и живой природой ... с одной стороны, человеком, его бытом и даже, духовным миром – с другой. А между тем, именно эти соотношения, эти закономерные взаимодействия и создают сущность познания естества, ядро истинной натурфилософии, - лучшую и высшую прелесть естествознания". Потом эта позиция в агропочвоведении была утрачена.

Кризис белорусского земледелия как и всего бывшего советского земледелия ушедшего XX столетия обусловлен наличием бессистемности, приниженным социальным статусом почвоведения при определении стратегии развития сельскохозяйственного производства. Надежды возлагались, как правило, на какую-нибудь одну составляю-

шую интенсификации земледелия и недооценивались другие (яровизация, бездренажное орошение, травопольная система, мелиорация, химизация и т.д.). Особую актуальность в настоящее время приобретает создание целостной теории расширенного воспроизводства плодородия почв. Однако современные концепции расширенного воспроизводства плодородия почв Беларуси базируются лишь на учете органических удобрений. При этом игнорируется общеизвестный факт, что прибавки от удобрений часто равны потерям от переуплотнения почв. Без системного подхода к изучению почв нельзя получить ответы на многие вопросы агропочвоведения, которые требуют своего решения. К примеру, почему в почвенных горизонтах гидрослюда одной и той же модификации не превращается целиком во вторичные глинистые минералы (вермикулит, смектит, смешанно-слоистые образования)? Почему варианты классификации почв по гранулометрическому составу не совпадают с таковыми по удельной поверхности, емкости катионного обмена, полевой влагоемкости (Franzmeier D.P. и др., 1960)? Почему подвижность калия и цезия-137 увеличивается по мере нарастания увлажнения почв, и почему в данном случае не "работают" глинистые минералы – основные поглотители этих катионов? Почему до сих пор в Беларуси производится известкование мелиорантом высокой тонины помола? Почему деградируют осушенные маломощные торфяники? Почему много удобрений выносятся в грунтовые воды, почему в научно-исследовательской и опытной практике применения минеральных удобрений установилась тенденция вносить на поля неограниченные дозы удобрений, приводящих к созданию новых биогеохимических провинций, опасных для здоровья людей? Почему агрохимический метод до сих пор не позволяет получить чистую растениеводческую продукцию на территориях, загрязненных радионуклидами? Почему тратится много интеллектуальных и материальных ресурсов на увеличение плодородия песчаных почв, в которых практически отсутствует поглощающий комплекс, с помощью удобрений и севооборотов? Существует много и других вопросов, ожидающих своего решения.

Исходя из позиций системного подхода, имея в виду, что почва является самостоятельным естественно-историческим телом природы, представляющую собой биокосную систему, состоящую из двух типов материи, соответствующим образом структурированных и находящихся в диалектическом единстве, можно получить удовлетворительные ответы на все или почти все поставленные вопросы. К примеру, нарас-

тание биологической активности цезия-137 параллельно увлажнению почв объясняется уменьшением присутствующих здесь глинистых минералов до полной их изоляции в глееватых и глеевых разновидностях. Следовательно, процессы сорбции-десорбции протекают здесь под доминирующим влиянием органического вещества, обладающего большой емкостью катионного обмена и низким отрицательным зарядом поверхности. В силу этих обстоятельств, поглощенные органической пленкой катионы, в том числе и цезий-137, слабо удерживаются на ее поверхности и поступают в растения интенсивнее и легче экстрагируются соответствующими вытяжками при анализе почвы.

ВЛИЯНИЕ МЕЛИОРАЦИИ НА СОХРАННОСТЬ БЕЛЫХ КВАРЦЕВЫХ ПЕСКОВ В ДОЛИНЕ ГОРЫНИ

Мурашко Л. И. (Белорусский государственный университет)

Все известные местонахождения стекольных песков приурочены к областям положительных тектонических структур: Брагинско-Лоевской седловине (месторождение Лоевское, Околица), Гремячскому погребенному выступу (Добрушское, Ленино, Черетянка, Высокополье, Лениндар и др.), Полесской седловине (Городное, Бережное, Листянки, Песовая и др.). Как показали результаты многочисленных исследований гранулометрического, минерального и химического состава песков, выполнявшиеся в разное время в ходе научных и практических геологических работ, для них в целом характерен целый ряд особенностей. Прежде всего, это высокая степень сортировки и окатанности минеральных зерен, почти полное отсутствие глинистой фракции, чисто кварцевый состав легкой (99-100 %). Другая особенность связана с количеством и составом минералов тяжелой фракции. Их содержание колеблется в пределах 0,065-1,4 % на месторождении Лоевское, 0,12-1,8 % - на месторождении Городное и других разрезах Полесской седловины. Ассоциация тяжелых минералов представлена наиболее устойчивыми к выветриванию аксессуарами: цирконом, рутилом, турмалином, дистеном, ставролитом и др. Как правило, в ней отсутствуют аутигенные рудные минералы. Химический состав песков (%): SiO_2 – 97,30-99,78; Fe_2O_3 – 0,01-0,30; Al_2O_3 – 0,07-1,33; TiO_2 – 0,04-0,11; CaO – 0,23-0,88; MgO – 0,07-1,32 (месторождение Лоевское); SiO_2 – 96,50-99,21; Al_2O_3 – 0,27-1,04; Fe_2O_3 – 0,06-0,20 (Город-

ное). Перечисленные особенности с незначительными вариациями были присущи и белым пескам, расположенным в долине Горыни в Столинском и Пинском районах Брестской области.

Современное состояние горизонта белых кварцевых песков в долине Горыни изучено по семи разрезам: керну скважины, пробуренной у д. Радчицк; четырем расчисткам, заложенным в заброшенных карьерах у д. Завидичи и хутора Листянки, карьерах Песовая и Городное; двум шурфам в районе д. Бережное. В этих разрезах горизонт белых кварцевых песков залегает непосредственно под маломощным плохо развитым почвенно-растительным слоем и подстилается зеленовато-серыми глауконитово-кварцевыми тонкозернистыми песками морского палеогена. Контакт с нижележащим слоем четкий, горизонтальный, волнистый, обозначен сменой литологического состава пород и наличием базального горизонта в основании белых песков. Полная мощность песков вскрыта скважиной у д. Радчицк, расчисткой в карьере Песовая и составляет 9,3 и 10,0 м, соответственно. При полевом описании было установлено, что пески верхней части разрезов до глубины 2,0-2,5 м имеют нарушенное залегание. Для них характерна перекрестная слоистость, обусловленная тонкими, 1-2 мм, невыдержанными прослоями черного и желтовато-бурого цвета. Слоистость песков нижней части первичная (горизонтальная). Обращает на себя внимание отсутствие во всех разрезах четко обозначенного слоя задровых песков и алевроитов, которые до проведения мелиоративных работ, сплошным чехлом мощностью 1,5-2,0 м перекрывали белые кварцевые пески и залегали на них с ярко выраженным эрозионным контактом.

Лабораторные исследования показали, что верхняя (перекрестно слоистая) и нижняя (горизонтально слоистая) части песков имеют различные гранулометрические и минералогические характеристики. Горизонтально слоистые пески нижней части более сортированы, (78,8-96,6 % песчаных зерен относится к размерной фракции 0,25-0,1 мм). Перекрестно слоистые - менее однородны. Определяющее значение в них имеют не одна, а две или три фракции, как, например, в карьере Песовая, где фракция 0,25-0,1 мм в среднем составляет 38,1; 0,1-0,05 мм – 26,8; 0,5-0,25 мм – 19,3 %. Минеральная ассоциация песков нижней части разреза представлена в основном кварцем (в среднем 99,6 %). В качестве незначительной примеси в ней присутствуют сильно выветрелые единичные зерна мусковита, полевых шпатов, глауконита, тяжелых минералов, глинисто-слюдистые агрегаты и углистые частицы. Такой состав в целом соответствует стандартам, приня-

тым для стекольных песков. Минеральный состав песков верхней части разреза существенно отличается как по набору минералов, так и по их распределению. Содержание кварца уменьшается до 94,6 %, увеличивается количество полевых шпатов (1,8 %), глауконита (0,8), минералов тяжелой фракции (3,6 %), растительного детрита (вместе с углистыми частицами 0,2). Основу тяжелой фракции составляют (%): ильменит (24,7), циркон (19,0), гранаты (15,5); велико содержание лейкоксена (10,0), дистена (9,3), пирита и марказита (в сумме 9,2), эпидота (4,2), турмалина (2,6). Постоянно присутствуют рутил, амфиболы, ставролит, силлиманит (около 1 % каждый). Перечисленная ассоциация представляет собой смесь минералов, характерных как для горизонта белых песков (лейкоксен, рутил, дистен, ставролит, силлиманит), так и для отложений плейстоцена (полевые шпаты, гранаты, амфиболы, эпидот) и морского палеогена (глауконит, ильменит, пирит, марказит). На это также указывают типоморфные особенности многих минералов. Сравнение условий залегания и состава горизонта белых кварцевых песков до проведения осушительных работ в долине Горыни с современными свидетельствует об изменении их литолого-минералогической характеристики в верхней части разреза и утрате сырьевой значимости как стекольного сырья.

Таким образом, влияние осушительной мелиорации сказывается не только на дестабилизации ландшафтно-географической оболочки, но и сохранности недр республики.

ВНЕСЕНИЕ ОЗЕРНЫХ САПРОПЕЛЕЙ С ЦЕЛЬЮ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ОСУШЕННЫХ ПОЧВ

*Науменко Н.В. (Белорусский государственный педагогический
университет им. М.Танка)*

Предпосылкой проведения исследований по стабилизирующему влиянию внесения высоких доз озерных сапропелей на процесс деградации антропогенно-нарушенных почв послужила концепция оптимизации гранулометрического состава почв глинованием, разработанная А.Г. Медведевым.

При внесении в рыхлопесчаную почву высоких доз сапропелей, кроме органического вещества, вносится значительное количество тонкодисперсных минеральных частиц, которые, регулируя водно-

воздушный режим, способствуют закреплению в почвенном поглощающем комплексе элементов питания.

Наши исследования, проведенные на рыхлопесчаной деградированной мелиорированной почве с высокими – 100, 200, 300 и 400 т/га – дозами сапропелей, показали значительные позитивные изменения, коснувшиеся как твердой, так и жидкой фазы почвы.

Через три года после проведения окультуривающего мероприятия в пахотном горизонте отмечен рост содержания физической глины. Увеличение доли физической глины (155–170 % к контролю) произошло за счет фракции ила. Аккумуляция физической глины происходила и в нижележащем горизонте A_2B_1 . Здесь возросло содержание фракций средней и крупной пыли, а доля выносимых в горизонт частиц была пропорциональна количеству внесенного сапропеля. То, что в течение всего периода наблюдений практически неизменным осталось содержание ила в горизонте A_2B_1 , свидетельствует о закреплении илистой фракции сапропелей в гумусовом горизонте.

Изменение гранулометрического состава почвы определило динамику ее водных свойств. Полевая влажность пахотного горизонта за три года действия мелиоранта распределилась не только в зависимости от его количества, но и изменялась, в зависимости от дозы, по разным схемам. На внесение сапропеля вначале отреагировали варианты с высокими дозами: 100 т/га мелиоранта способствовало лишь незначительному возрастанию полевой влажности, а большие дозы (200, 300 и 400 т/га) увеличили ее вдвое и второе. Однако, с течением времени динамика изменилась: в варианте с малой дозой превышение полевой влажности пахотного горизонта в сравнении с контрольным вариантом постепенно нарастало и уже на второй год составило 20 %, а на третий – 77 %. При внесении высоких доз после резкого скачка показателя в первый год в последующие изменение установившегося соотношения было незначительным (+ 25 % к установившемуся вначале); зато в самих вариантах происходило постепенное выравнивание значений. В результате, после третьего года полевая влажность пахотного горизонта при высоких дозах, независимо от дозы, составляла 240 % по отношению к контрольному варианту.

Процесс перестройки водных свойств почвенного профиля проявился в положительной динамике и других показателей. Полная и капиллярная влагоемкость пахотного горизонта распределились соответственно дозе мелиоранта, они нарастали в течение всего периода наблюдений, наиболее значительно – в третий год. Такая динамика

после трех лет наблюдений обусловила $W_{п}$ 48-55 %, $W_{к}$ 38-48 %, что выше в 1,5-1,8 раза по сравнению с контролем.

Содержание гумуса в пахотном горизонте по отношению к началу исследования через два года составляло от 230 до 467 %, а по отношению к предыдущему году – от 116 до 127 %. На третий год исследования возделывание пропашной культуры, при котором наблюдается наиболее интенсивная сработка органического вещества, привело к снижению содержания гумуса только в вариантах с самыми высокими дозами сапропеля (300 и 400 т/га) – 71 и 67 % к предыдущему году; в вариантах же с малыми дозами (100 и 200 т/га) содержание гумуса в пахотном горизонте продолжало расти – 108 и 121 %. После трех лет использования пахотный горизонт окультуриваемой почвы содержал от 1,96 до 2,69 % гумуса (при исходных 0,86 %); количество гумуса в вариантах определялось дозой внесенного сапропеля.

Таким образом, проведенное нами исследование показало, что высокие дозы сапропелей оказывают оптимизирующее действие на гранулометрический состав, водные свойства и содержание гумуса деградированной осушенной песчаной почвы, а, следовательно, такой способ мелиорации их свойств может рассматриваться как возможный для восстановления плодородия антропогенно - преобразованных почв.

ИНДИКАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

*Обуховский Ю.М. (ГНУ Институт проблем использования природных
ресурсов и экологии НАН Беларуси)*

Дистанционное индикационное картографирование является, по сути, экспресс-методом изучения почвенного покрова в различных ландшафтных условиях. На основе оперативных данных дешифрирования материалов дистанционных съемок (МДС) возможно получение объективной качественной и количественной информации о строении исследуемых районов с наименьшими материальными затратами. При этом степень трансформации и физиономичность природных территориальных комплексов (ПТК) предопределяет методические подходы к дешифрированию МДС.

Применительно к территориям с преобладанием пашен используются контрастно-аналоговые методы. Для дешифрирования почв на

лугах и болотах наряду с анализом плотности фототона важен учет структуры фоторисунков, обусловленной рельефом. Поэтому с внедрением крупномасштабных и метрических камер для дешифрирования почв пойменно-болотных обитаний наряду с аэроснимками начали использоваться космические.

При почвенной интерпретации МДС залесенных территорий необходимо использование ландшафтной индикации. В индикационном ландшафтоведении ПТК любого ранга рассматриваются как ярусные системы, где эктоярус (верхний структурный этаж ПТК, видимый визуально или на МДС) слагают рельеф, растительность, открытые поверхности почв, горных пород, водоемов, элементы хозяйственной деятельности. Толщи почвогрунтов в зоне аэрации образуют мезоярус, неоднородности в строении которого находят отражение в эктоярусе. Информативность отдельных компонентов эктоярусов, как индикаторов почв, изменчива: в одних случаях значимее рельеф (орофизиономичность), в других - растительность (фитофизиономичность). Наблюдаются и ситуации, когда эти факторы равнозначны (комплексная физиономичность) или мозаичны (смешанная). Использование ландшафтных индикаторов позволяет осуществлять картографирование почвенного покрова.

В методическом плане решение названных задач осуществлялось с учетом конкретных целей исследований, строения и изученности районов, масштабов проводимых работ и используемых материалов.

В качестве ключевых территорий исследований были выбраны полигоны дистанционного зондирования РНТЦ «Экомир»: для физико-географических провинций Полесья и Предполесья - Солигорский район, для средней Беларуси - Воложинский, для Поозерья - Полоцкий. По своей ландшафтной структуре они являются репрезентативными для соответствующих регионов. На их территории были проведены геологическая съемка м. 1:200000 - 1:50000, лесотаксационная съемка м. 1:100000 - 1:25000. Кроме того, в 90-е гг. для полигонов были составлены сопряженные серии комплексных и тематических карт м. 1:50000. На полигонах осуществлялись специализированные фото-съемочные работы, проводились синхронные подспутниковые эксперименты.

Сочетание высокой степени изученности территории с пестротой и сложными условиями залегания почвообразующих пород обусловили выбор методики, рационально сочетающей полевые и камеральные работы, причем последним было уделено основное внимание. В ре-

зультате были составлены индикационные таблицы почв. В качестве индикаторов в них рассматривались экотярусы типов леса или их серий, что в сочетании с соответствующими формами рельефа соответствует уровню ландшафтных урочищ. При построении таблиц использованы, в зависимости от изученности территорий, два подхода. В одном случае индикаторы сгруппированы применительно к генетическим типам почв (Солигорский и Полоцкий районы). Далее идет детализация внутри типов почв по отношению к литологическому составу (трофности) почв и их влажности. Признаки дешифрирования индикаторов описаны преимущественно по летним спектрзональным и панхроматическим аэроснимкам крупного масштаба. Морфографическая характеристика экотярусов включает в себя фототон и рисунок изображения, сомкнутость и рельеф полога древостоев, породный состав леса, просматриваемость древостоев вглубь, положение в рельефе, а также некоторые другие признаки. В другом случае (Воложинский район) индикаторы группировались по лесотипологическим признакам, для которых приведены генетические группы доминантных и субдоминантных почв, охарактеризованных в литологическом отношении. Данный способ подачи материала целесообразен для территорий со сравнительно меньшей насыщенностью фактическим материалом (отсутствие ландшафтной карты, полевых определений УГВ).

ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЗЕМЕЛЬ ЛАНДШАФТОВ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ

Пиловец Г.И. (Витебский государственный университет им. П.М. Машерова)

Целью наших исследований является оценка ресурсного потенциала земель ландшафтов Витебской области. Объект исследования – природно-антропогенные геосистемы различного ранга. Количественные характеристики и показатели позволяют получить методику оценки ресурсного потенциала и определить назначение и приоритетное направление его хозяйственного использования. На основании данных кадастровой оценки земель, характеризующих современное состояние земель, используемых в хозяйстве, и расчетных или эмпирических величин предлагается определенная система критериев и показателей ресурсного потенциала земель ландшафтов (РПЗЛ). Основными составляющими оценки являются: оценка свойств ресурса, оценка агро-

экологических условий, оценка условий использования и местоположение ресурса.

Оценка свойств земель ландшафтов сводится к оценке почвенного плодородия (продуктивности земель). Средневзвешенный исходный балл почв сельскохозяйственных земель на территории Витебской области 25,8. Пахотные земли оцениваются 26,6 баллами, сенокосные и пастбищные улучшенные 27,7 баллами, сенокосные и пастбищные естественные 13,4 баллами.

Оценка агроэкологических условий земель ландшафтов включает оценку окультуренности почв, культуртехнического и мелиоративного состояния земель ландшафтов. Для количественной оценки агрохимических показателей плодородия почв используется комплексный показатель – индекс окультуренности, где каждый из показателей (рН, P_2O_5 , K_2O , гумус) выражен в относительных величинах и за 1,0 приняты средние оптимальные значения свойств почв. Индекс агрохимической окультуренности почв ландшафтов Витебской области изменяется от 0,65 (озерно-ледниковые) до 0,94 (озерно-аллювиальные). Показатели индекса окультуренности на мелиорированных землях ландшафтов ниже: минимальный – 0,62 (вторичные водно-ледниковые) ландшафты, максимальный – 0,79 (вторично-моренные).

Оценка условий использования и местоположения участков заключается в определении благоприятности выполнения полевых и транспортных работ по возделыванию сельскохозяйственных культур по сравнению с оптимальными (эталонными) условиями. Для оценки местоположения за эталонные условия принимаются удаленность не более 1 км по дороге с асфальтобетонным покрытием. В ландшафтах Витебской области длина гона в направлении обработки почвы в два-три раза меньше эталонного (1000 м) показателя. Величина удельного сопротивления почвы при проведении пахотных работ изменяется от 49 кПа (озерно-аллювиальные ландшафты) до 58 кПа (лессовые). Затраты на выполнение полевых работ в эталонных условиях принимаются за единицу. Чем выше показатель индекса затрат на полевые работы, тем сложнее условия для возделывания сельскохозяйственных культур. Среди ландшафтов Витебской области наименьший показатель индекса затрат на полевые работы имеют озерно-аллювиальные ландшафты, наибольший на пахотные работы – холмисто-моренно-озерные ландшафты (2,08), а на непахотные работы – камово-моренно-озерные (2,2). Качество дорог в ландшафтах Витебской области оценивается коэффициентами 1,38–1,42, что по шкале качества дорог

ближе к улучшенным грунтовым дорогам. Наибольшие показатели фактического и эквивалентного расстояний характерны для моренно-озерных ландшафтов.

Проведенные исследования явились основой для построения интегральной карты, отражающей ресурсный потенциал земель ландшафтов Витебской области.

ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕГРАДАЦИИ ПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

*Пироговская Г.В., Сороко В.И., Русалович А.М., Шаковец О.Е., Сазоненко О.П.
(РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)*

В Республике Беларусь по данным 8-9 тура агрохимического обследования в составе пахотных территорий песчаные почвы занимают 1002,7 тыс. га или 19,4 % к их общей площади, соответственно супесчаные, подстилаемые рыхлыми песками - 1131,3 тыс. га или 21,9 %. Проблема повышения производительности дерново-подзолистых легких почв заслуживает особого внимания, так как в последнее десятилетие сократилось внесение органических и минеральных удобрений, что привело к ухудшению плодородия этих почв.

Оценка изменения свойств песчаных почв под влиянием их сельскохозяйственного использования проводилась в относительно короткий срок (1991-2002 гг.), как без применения удобрений (чистые контроли), так и с применением различных систем удобрения. Исследования проводили в полевом стационарном опыте, заложенном на дерново-подзолистой автоморфной песчаной почве, развивающейся на связанных песках, подстилаемых с 0,3 м рыхлыми песками (совхоз "Подольсье", Речицкого района Гомельской области). Чередование культур в первой ротации севооборота: горохо-овсяная смесь (на зеленую массу) - озимая рожь+редька масличная - картофель - ячмень+редька масличная - овес+горчица белая; во второй ротации: горохо-овсяная смесь на зерно) - озимая рожь+люпин узколистый - картофель - ячмень+редька масличная - овес). Среднегодовые дозы удобрений в целом за 11 лет под основные+промежуточные культуры составили $N_{50}P_{33}K_{66}$; $N_{100}P_{66}K_{131}$ и $N_{150}P_{98}K_{196}$ т.е. сумма NPK 149, 297 и 444 кг/га д.в., в том числе под основные культуры - NPK 112, 225 и 336 кг/га д.в., промежуточные - NPK 36, 72 и 108 кг/га д.в.

Целью исследований являлось изучение влияния сочетания различных приемов (органических, зеленых, минеральных стандартных и медленнодействующих удобрений, мелиорантов, известкования) на плодородие песчаной почвы, урожай и качество сельскохозяйственных культур.

Установлено, что через 11 лет интенсивного использования дерново-подзолистой песчаной почвы под основными и промежуточными культурами, без внесения минеральных и органических удобрений, на фоне только известкования, происходит деградация этой почвы. На контрольных вариантах в пахотном горизонте не обеспечивается сохранение емкости поглощения на исходном уровне, уменьшается содержание гумуса и подвижных форм фосфора и калия, в составе поглощенных оснований увеличивается доля обменного водорода и алюминия, уменьшается доля кальция и калия. Продуктивность севооборота составляет 26 ц/га к.ед.

Применение одних зеленых удобрений (запахивание всей биомассы или пожнивных и корневых остатков) на фоне известкования, без минеральных и органических удобрений, также приводит к снижению содержания гумуса, калия, фосфора, кальция и магния. Продуктивность севооборота увеличивается на 3-3,6 ц/га к. ед. по сравнению с чистым контролем.

Внесение одних органических удобрений, при среднегодовых дозах 7 т/га в севообороте, не обеспечивает увеличения содержания органического вещества и элементов минерального питания в почве. Продуктивность севооборота возрастает незначительно – до 32 ц/га к ед. Внесение средних и высоких доз органических удобрений (14, 21 т/га) позволяет увеличить емкость поглощения и содержание в пахотном горизонте фосфора, кальция, гумуса, что способствует увеличению продуктивности севооборота до 36-39 ц/га к. ед., но при этом не обеспечивается сохранение содержания подвижного калия и магния на уровне исходного.

Применение минеральной системы удобрения, с ежегодным внесением оптимальных доз удобрений (NPK 297 кг/га д.в. под основные+промежуточные культуры) на фоне известкования и зеленых удобрений обеспечивает сравнительно высокую продуктивность севооборота (43,9-48,6 ц/га к.ед), однако не обеспечивает сохранение содержания гумуса, калия, кальция и магния. В составе поглощенных оснований возрастает доля подвижного алюминия, снижается доля кальция, при этом запас подвижных фосфатов в почве увеличивается.

Органоминеральная система удобрения на песчаных почвах с использованием органических, зеленых удобрений (с уборкой биомассы на корм животным и запахиванием только пожнивных и корневых остатков), минеральных, предпочтительно медленнодействующих удобрений (снижающих на 15-40 % потери азота, калия и водорастворимого гумуса при вымывании и обеспечивающих увеличение продуктивности севооборота в среднем за год на 4,7 ц/га к.ед.), мелиорантов (улучшающих водно-физические свойства и емкость поглощения) на фоне известкования, существенным образом улучшает свойства этих почв, обеспечивая тем самым устойчивое повышение или сохранение их плодородия и стабильно высокую продуктивность севооборота (47-55 ц/га к.ед.).

О КЛАССИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Помелов А.С. (УП «БелНИЦзем»)

В текущем году вступает в силу новая форма государственной статистической отчетности № 22-зем «Отчет о наличии и распределении земель» и указания по ее заполнению, которыми предусмотрены некоторые изменения в классификации земель, в том числе сельскохозяйственных. Названные документы являются основанием для соответствующей корректировки содержания и порядка ведения учета земель и государственного земельного кадастра в целом, работ по дешифрированию аэрофотоснимков, созданию земельно-информационных систем, некоторых специальных и тематических карт в области использования и охраны земель и т.д.

В основу классификации земель по видам (подвидам и разновидностям) положены природно-исторические свойства, состояние и характер использования отдельных контуров земель – участков земной поверхности имеющих замкнутую границу, в пределах которой перечисленные признаки относительно однородны по единой системе их градации, а вне этой границы принимают другое значение. Сельскохозяйственные земли, под которыми понимаются земли, систематически используемые для получения сельскохозяйственной продукции, подразделяются на четыре вида: пахотные земли (пашня), залежные земли (залежь), земли под постоянными культурами (многолетние насаждения) и луговые земли (луг).

Пахотные земли – это сельскохозяйственные земли, систематически обрабатываемые (перепахиваемые) и используемые под посевы сельскохозяйственных культур, включая посевы многолетних трав со сроком пользования, предусмотренным схемой севооборота, а также выводные поля, участки закрытого грунта (парники, теплицы и оранжереи) и чистые пары. Залежные земли – это сельскохозяйственные земли, которые ранее использовались как пахотные и более одного года, начиная с осени, не используются для посева сельскохозяйственных культур и не подготовлены под пар.

Земли под постоянными культурами – сельскохозяйственные земли, используемые под искусственно созданными насаждениями древесных, кустарниковых или травянистых многолетних растений, предназначенными для получения урожая плодов, ягод, другой продовольственной, технической, лекарственной продукции, а также декоративного оформления территории. В их составе выделяют подвиды: земли под садами, ягодниками, плантациями и плодовыми питомниками.

Луговые земли – это сельскохозяйственные земли, занятые луговыми многолетними травами. К луговым землям относят земельные участки, используемые для сенокосения, выпаса скота, сбора лекарственных трав, в качестве медоносов и т. д., а также по каким-либо причинам неиспользуемые, но пригодные для этих целей, включая земли, на которых в установленном порядке ограничена или запрещена хозяйственная деятельность. В составе луговых земель по способу возобновления и составу травостоя различают улучшенные луговые земли и естественные луговые земли, по местоположению в рельефе и срокам затопления полыми водами – суходольные луговые земли и заливные луговые земли. К последним относят луговые земли, расположенные в поймах рек, озер и по низинам, затапливаемые на значительный срок полыми водами, вызывающими изменения в составе травостоя.

Таким образом, вместо сенокосных и пастбищных земель появился новый вид – луговые земли. Основной критерий выделения вида «способ использования травостоя» изменен на критерий «вид и состав растительности. Вместе с тем вопросы классификации сельскохозяйственных земель, по мнению автора, остаются актуальными. В первую очередь это касается отсутствия объективных критериев дифференциации пахотных и улучшенных луговых земель. В работе были показаны некоторые причины и последствия этой проблемы, предложены пути ее решения. Суть предложений заключалась, во-первых, в объ-

единении этих земель при их государственном учете в один вид и, во-вторых, выделении в целях организации использования земель групп (подвидов), различающихся по составу и структуре возделываемых сельскохозяйственных культур и, соответственно, комплексу агротехнических мероприятий, интенсивности использования земель и воздействию на них и т.д. Новым импульсом, предопределяющим необходимость и возможность шагов в этом направлении, стали материалы проведенной в республике кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, определивших эффективность возделывания отдельных сельскохозяйственных культур на конкретных участках пахотных и улучшенных луговых земель.

С 1994 г. в государственном земельном кадастре стали объединять пашню, сенокосы и пастбища коренного улучшения, имеющие близкий характер использования, в пахотные земли. Однако, не встретив поддержки на местах, в первую очередь от руководителей сельскохозяйственных организаций и районных сельскохозяйственных служб, эта работа практически была свернута. Анализ сложившейся ситуации показал, что причины этого явления обусловлены существующей системой планирования, распределения ресурсов и оценки результатов хозяйственной деятельности сельскохозяйственных организаций, прямо связанной с площадью и структурой сельскохозяйственных земель, особенно с площадью и удельным весом пахотных земель.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ

*Снытко В.А., Щетников А.И. (Институт географии Сибирского отделения
Российской академии наук)*

Необходимость разработки комплексной оценки состояния антропогенно преобразованных почв обусловлена отсутствием нормативных интегральных показателей состояния почв и степени их нарушенности в единой системе оценок. Предлагается классификация, которая разработана на основе принципа бального шкалирования, с использованием сравнительных зонально-региональных оценок по признакам изменения характеристик почв, принятых в современной классификации и диагностике таксонов различных уровней. В качестве критериев использованы фон (глобальный, региональный, локальный и норматив-

ный), предельно допустимые концентрации (ПДК) и нормативные показатели уровней загрязнения с учетом эффекта суммации.

Для оценки нарушенности принята семи балльная шкала: от условно ненарушенных (1 балл), до техногенного субстрата (7 баллов). Расчет оценочного балла осуществлен с использованием ингредиентов с критическими (нормированными) концентрациями: из тяжелых металлов - марганец, никель, кобальт, хром, медь, свинец, цинк, олово и ванадий; радионуклидов - цезий-137, радий-226, торий-232 и калий-40; полициклические углеводороды - 3,4-бензпирен или бенз(а)пирен. При определении частного балла загрязнения учитывался класс опасности ингредиента (для почв) и группа радиотоксичности. Для тяжелых металлов третьего класса опасности частный балл понижался на единицу, второго класса оставался без изменения, а первого класса - повышался на единицу. Аналогичным методом выставлялся частный балл по радионуклидам, что позволило увеличить степень дифференциации результирующего балла, не нарушая содержательной логики.

Структура классификации комплексной оценки современного состояния почв и почвенного покрова по показателям загрязнения и нарушенности включает категорию нарушенности (от условно ненарушенных до техногенного субстрата “непочвы”), признаки выделения (от типологической нормы таксона до нарушения, приводящего к уничтожению почвы или прекращению ею экологически безопасных функций) и критерий выделения (от регионального фона до нескольких лимитирующих показателей). Практическое применение расчетов и классификации было осуществлено на примере детально исследованного для этой цели участка территории в окрестностях Иркутска площадью 35 км².

ПОЧВЫ ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ОШМЯНО-МИНСКОГО ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОГО РАЙОНА

*Соколовский И.В., Юренин А.В.
(Белорусский государственный технологический университет)*

Еловые насаждения на территории Ошмяно-Минского лесорастительного района занимают около 16 % территории и характеризуются высокой продуктивностью.

Исследование высокопродуктивных еловых насаждений показывает, что они произрастают преимущественно на супесчаных и легко-

суглинистых почвах. Их водный режим формируется за счет атмосферных осадков, а на пониженных элементах рельефа капиллярно-подпертая влага грунтовых вод находится в пределах почвенного профиля.

Почвы еловых насаждений характеризуются сложным строением, в особенности на моренных и водно-ледниковых отложениях. В почвенном профиле отмечается чередование песчаных, супесчаных, суглинистых и глинистых горизонтов или в виде маломощных прослоек. Залегающие на глубине суглинистые и глинистые слои выполняют роль водоупора и при промывном типе водного режима способствует временному формированию над ними избытка влаги в виде верховодки. Наличие рыхлопесчаных и связнопесчаных прослоек, не содержащих органического вещества и обладающих низкой водоудерживающей способностью, приводит к варьированию содержания влаги в почвенном профиле. В таких условиях корни ели распространены в верхнем 10-15 см слое почвы. Учитывая, что ель задерживает значительное количество жидких и твердых атмосферных осадков, под пологом чистых еловых насаждений поступает значительно меньше, чем в насаждениях иного породного состава. Необходимо также отметить, что сильноокислая реакция почвенного раствора и низкая насыщенность основаниями оказывают отрицательное влияние на формирование морфологической структуры почвы.

Почвенное плодородие и продуктивность еловых насаждений на водно-ледниковых отложениях Нарочано-Вилейской низины определяется глубиной залегания грунтовых вод и содержанием в них минеральных веществ. Наибольшее распространение еловые насаждения в данном регионе получили вблизи переходных и низинных болот на дерново-подзолистых глееватых рыхло-супесчаных почвах, кислотность которых зависит от типа болота. Динамика грунтовых вод достигает больших значений, а поэтому на данных почвах отмечается усыхание еловых насаждений, в особенности на территориях, где существует осушительная сеть.

Таким образом, почвы еловых насаждений Ошмянно-Минского лесорастительного района формируются на моренных, водно-ледниковых, лессовидных почвообразующих породах с различным сочетанием их залегания в почвенном профиле. Верхние генетические горизонты представлены более тяжелым гранулометрическим составом. Подзолистые и подзолисто-иллювиальные горизонты обеднены

илистыми частицами и соответственно обладают более низкой погло-
тительной и водоудерживающей способностью.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ

*Струк М.И. (ГНУ Институт проблем использования природных
ресурсов и экологии НАН Беларуси)*

Сельскохозяйственные угодья в Беларуси являются основным ви-
дом природопользования по занимаемой площади. Их доля составляет
в настоящее время около 45 % от всей территории страны. С течением
времени в пространственной структуре сельскохозяйственного произ-
водства происходит изменения. Для планирования мероприятий по ее
оптимизации следует учитывать направленность подобных изменений.

Выявление указанной направленности должно опираться на ре-
троспективный анализ структуры сельскохозяйственных угодий. В
качестве временного интервала целесообразно выбрать тот период,
когда сельское хозяйство в стране перешло на интенсивный путь раз-
вития, которому присущи свои закономерности.

Подобный переход в Беларуси произошел в шестидесятые годы
прошлого столетия. Поэтому конец шестидесятых - начало семидеся-
тых годов можно принять за начальную точку анализа. Для того, что-
бы достаточно полно представить изменения сельскохозяйственных
угодий, следует охарактеризовать их по трем направлениям. Первое из
них касается изменения доли этих угодий в общем земельном балансе,
второе – изменений их внутренней структуры и третье – простран-
ственных изменений в распределении данных угодий по территории
страны.

Выполненные расчеты динамики сельскохозяйственных угодий
Беларуси с 1970 по 1990 гг. позволяют выделить тенденцию к после-
довательному уменьшению их доли в земельном балансе. Уменьшение
это небольшое, составляющее около 3 %, и произошло оно почти пол-
ностью за счет сокращения сенокосов. Площадь остальных угодий
изменилась незначительно. Соответственно, в структуре сельскохозяй-
ственных земель несколько увеличилась доля пашни и пастбищ и сни-
зилась – сенокосов.

Пространственные изменения в сельскохозяйственном освоении
территории страны можно оценить количественно с использованием

такого показателя как индекс территориальной концентрации угодий. Он рассчитывается по тому, какую долю в общей площади страны занимает территория с наивысшим уровнем сельскохозяйственного освоения, в пределах которой сосредоточено 50 % угодий.

Произведенные расчеты упомянутого индекса за 1970 и 2000 гг. показали, что его величина осталась по сути на одном и том же уровне и составила в обоих случаях около 40 %. Подобные значения индекса свидетельствуют о том, что степень концентрации сельскохозяйственных угодий по стране в целом остается стабильной.

Чтобы выявить изменения в размещении сельскохозяйственных угодий по стране, индекс территориальной концентрации использовался для группировки и последующего картографирования административных районов по уровню их сельскохозяйственного освоения. К группе районов с высоким освоением отнесены те из них, которые имеют самую большую долю сельскохозяйственных угодий в своем земельном балансе и где сконцентрировано 50 % всех угодий страны, со средним – районы, с более низкой долей сельскохозяйственных угодий, в которых размещаются следующие 25 % угодий; и с низким – районы с самой меньшей долей сельскохозяйственных угодий, где находятся оставшиеся 25 % от их общей площади.

Из сопоставления приведенных картосхем за 1970 и 2000 гг. отчетливо прослеживается пространственный сдвиг сельскохозяйственного производства из восточной части страны в центральную и западную. Так, количество районов с высоким уровнем сельскохозяйственного освоения сократилось в Витебской области на 3, Могилевской – на 2, Гомельской – на 3. И, наоборот, возросло в Минской области на 4, Гродненской – на 3 и Брестской – на 1.

Можно полагать, что в основе отмеченного перемещения лежат экономические факторы. Судя по опыту экономически развитых стран, сельское хозяйство имеет свойство концентрироваться на территориях с более благоприятными условиями.

Зависимость степени сельскохозяйственного освоения территории от присущих ей условий производства можно выразить с помощью коэффициента корреляции между долей сельскохозяйственных угодий в районах и бонитетом их почв. Выполненные расчеты такого коэффициента для Беларуси по состоянию на 1970 и 2000 гг. показали, что, во-первых, такая зависимость существует, во-вторых, она усиливается. Так, в 1970 г. величина коэффициента корреляции составила 0,6, а в 2000 г. возросла до 0,7.

Таким образом, трансформация пространственной структуры сельскохозяйственных земель на территории Беларуси происходит в соответствии с общемировыми тенденциями и ориентирована на усиление избирательности в сельскохозяйственном освоении территории – в сторону роста использования более плодородных почв и снижения – менее плодородных. Дальнейшее развитие рыночных отношений в стране должно усилить подобную направленность и способствовать увеличению контрастности в размещении сельскохозяйственных угодий.

THE PROPERTIES OF HUMIC SUBSTANCES FROM SOILS UNDER SHELTERBELTS

Szajdak L., Maryganova V.

*(Research Center for Agricultural and Forest Environment, Polish Academy of Sciences,
Institute for Problems of Natural Resources Use and Ecology,
National Academy of Sciences of Belarus)*

One of the methods of controlling cycling of chemical compounds is to create a biochemical barrier in the form of shelterbelts in agricultural landscape. Shelterbelts belong to the stable element in landscape, which restrain soils erosion, improve microclimate for agricultural production, regulate water regime in soils and create refuge site for wildlife. In agricultural landscape with high level of fertilization of cultivated fields the element of the landscape, which can protect water bodies again eutrophication is particular important. This protective function is partly performed by meadows and forest ecosystems. Shelterbelts show substantial ability to limit spread of chemical substances among the ecosystems in agricultural landscape. The shelterbelts in agricultural landscape are regarded as biogeochemical barriers reducing nitrate pollution, phosphates, sulphates, calcium and magnesium ions and also heavy metals in ground and surface waters and decrease the evolution of greenhouse gases from soils. This element of the landscape decreased the content of humic substances and all dissolved organic compounds and heavy metals in ground water.

The transformation of different forms of nitrogen and carbon in soils under shelterbelts was shown strongly connected with humification processes and chemical structure of HS. Colloidal and chemical properties of soil, in particular sorption and ion-exchanger ones, to a considerable degree

depend on the content and chemical structure of humic substances (HS), representing the major constituent of soil organic matter.

The aim of this study was to investigate comparatively the chemical structure and physicochemical properties of humic acids (HA) and fulvic acids (FA) from soils under new (9 years) and old (140 years) shelterbelts and adjoining cultivated fields of shelterbelts in agricultural landscape.

These shelterbelts are located in the Agroecological Landscape Park in the Kościan Planin, which is the part of West Poland Lowland.

The shelterbelt, the first one of 140 years old and the second one 9-year old were introduced on Hapludalfs constituted soils of adjoining cultivated fields and are light ones with favorable infiltration condition. The old shelterbelt consists mainly of *Robinia pseudoaccacia* with admixture of *Quercus petraea* and *Q. Robur*. Over the 140 years substantial amount of organic carbon accumulated in the soils and presently the organic C contents is equal to 2.4 %. The content of organic carbon in adjoining field is equal to 1.2 %. The young shelterbelt is composed of *Quercus petraea* and *Q. robur*, *Larix deciduas*, *Pinus silvestris*, *Sorbus aucuparia*, *S. intermedia*, *Tilia cordata* and some other tree species. Over 9 year the organic matter did not accumulated and amounted to 0.92 %. The difference is not statistically significant.

Humic acids (HA) and fulvic acids (FA) extracted with two different solvents from soils under an old (140 year-old) and a new (9 year-old) shelterbelts and adjoining cultivated fields in agricultural landscape of Wielkopolska were investigated by methods of gel-chromatography, IR-, UV-VIS-spectroscopy and thermal analysis. Also factors of humification were determined for HA.

HA and FA extracted with 0.1 M NaOH from soils under both shelterbelts were shown to have a higher content of thermostable aromatic structural units, degree of condensation and polyconjugation and a lower proportion of thermolabile fragments in their molecules compared to corresponding humic substances from soils of adjoining cultivated fields. Especially significant differences in the chemical structure were found for the HA from the soil under the old shelterbelt and for FA.

Humic substances extracted with 0.1 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ at pH 7 represent a more labile part of soil humus. The HA from the soil under the old shelterbelt was found to be more humified compared to the reference HA, while the HA from the new shelterbelt had a lower degree of chemical maturity, that is, was younger comparing to the HA from the adjoining field. It indicates that the processes of humification in the soil under the new shelterbelt

are more intensive than in the soil under the old shelterbelt. Corresponding FA from the soils under both shelterbelts were shown to have less developed systems of polyconjugation in their molecules comparing with those from the soils of adjoining cultivated fields.

In soils under shelterbelts and adjoining cultivated fields the concentrations of dissolved organic carbon were also performed. Dissolved organic matter can contribute significantly to cycling of nutrients. It can be a substrate for microbial growth, but its production is also partly mediated by microbes. Dissolved organic matter is a major vehicle for the leaching of many elements from the forest floor. It was shown the relationship between the content of dissolved organic carbon and the chemical properties of humic and fulvic acids.

The effect of two shelterbelts of various ages (9-year-old and 140-year-old) were investigated on the evolution of greenhouse gases: CO₂ and N₂O. These results revealed the relationship with the age of shelterbelt, the concentrations of dissolved organic carbon and the evolution of CO₂ and N₂O. In the newly planted shelterbelt the evolution of N₂O was the lowest. Shelterbelts play very important function due to the limit spread of the chemical compounds among ecosystems in agricultural landscape. Revealing and the estimation the processes that stimulate emission of nitrous oxide (N₂O) and carbon dioxide (CO₂) from soil is important because they are the greenhouse gases whose atmospheric concentrations are increasing and implicated in global climate warming. N₂O participates also in the catalytic destruction of the ozone layer in the stratosphere. Any increase in the production of nitrous oxide from soils due to increased biological nitrogen fixation or increased fertilizer use could thus have a marked effect on the ozone layer, and subsequently on plant and animal life on earth.

ФОРМЫ ЖЕЛЕЗА КАК МИНЕРАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ БУРОЗЕМООБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ

Тихонов С.А. (Белорусский государственный университет)

Дифференцированное изучение форм и динамики соединения железа в почвах вскрывает особую роль железа как элемента-индикатора интенсивности и направленности процессов почвообразования. Особенно значимы в этом плане соотношения форм свободного (несили-

катного) железа, которые могут служить показателями следующих элементарных почвенных процессов (ЭПП):

- 1) элювиальная миграция; 2) элювиальная агрегация;
- 3) биогеохимическая аккумуляция; 4) стабилизация;
- 5) восстановительные - стабилизация и трансформация.

Для выделения различных форм железа используются известные методы силикатного анализа почв, методы Тамма, Баскомба, Мера и Джексона, прописи которых и принципы пересчета в соответствующие формы железа приведены в работах.

Среди автоморфного ряда почв территории Беларуси под влиянием буроземного процесса формируются кислые бурые лесные и бурые лессивированные, по белорусской классификации дерново-палево-подзолистые почвы.

В соответствии с критериями С.В. Зонна в автоморфных автохтонного увлажнения бурых лесных почвах основными ЭПП являются биогеохимическая аккумуляция и оглинивание (ферритизация).

- 1) Биогенная аккумуляция—процесс биогенного накопления почвой гумус-железистых соединений на фоне отчетливо выраженного перераспределения форм сильно- и слабоокристаллизованного железа. Прирост гумус- железистых соединений в горизонтах A_1 и A_1B осуществляется в результате взаимодействия продуктов минерализации растительного опада со свежими аморфными R_2O_3 , образовавшимися при выветривании кластогенных минералов в зоне максимальной переработки минеральной массы. Еще один признак биогеохимической аккумуляции—накопление в гумусовых и подгумусовых горизонтах почв слабоокристаллизованного железа при параллельном снижении количества сильноокристаллизованного, видимо, за счет частичной гидратации последних и (или) раскристаллизации части аморфного неорганического железа в условиях высокоаэробного режима;
- 2) Оглинивание (ферритизация) почвы, выражающееся в прогрессивно-аккумулятивном характере профиля илистого материала и свидетельствующее о значительной активности внутрипрофильного выветривания. При этом в результате происходит не столько накопление в почве слоистых ферриалюмосиликатов (глинистых минералов), сколько пополнение илистого материала несиликатным железом, главным образом, слабоокристаллизованными и гумус-железистыми соединениями при разрушении кластогенных железосодержащих минералов, а также за счет взаимодействия продуктов разрушения минералов с кислыми органическими и органо-минеральными компонентами минера-

лизации опада. Видимо, при буроземообразовании на породах легкого гранулометрического состава имеет место не чистое оглинивание, а его сочетание с активным процессом ожелезнения – процесс оглинивания–ферритизации.

В бурых лессивированных почвах, в отличие от бурых лесных, профиль свободного железа имеет аккумулятивно-иллювиальный характер, т.к. выделяется отчетливая аккумуляция его в средней части почвенной толщи. Дифференциация подфракции неорганического железа, определяющая и характер профиля аморфной фракции в целом, характеризуется отчетливой элювиально-иллювиальной кривой, тогда как тип профиля органо-железистой подфракции остается таким же, как в бурых лесных–прогрессивно аккумулятивным. Таким образом, в бурых лессивированных почвах важным ЭПП является элювиальная миграция железа (глинисто-железистая), тесно связанная с нисходящим перемещением ила–лессиважем. Подвижно в основном слабо-окристаллизованное железо, которое перемещается при лессиваже илистых частичек, являющихся как бы «контейнером» для их транспортировки.

В целом, возможности миграции железа в рассматриваемых условиях крайне ограничены и контролируются, главным образом, процессом лессива. Определенную роль в формировании этих почв играют также восстановительные процессы. ЭПП–элювиальная сегрегация–второстепенный для исследуемых почв процесс, который обуславливает выпадение железа из растворов в виде микроконкреций как результат сезонной контрастности водного режима. Следовательно, выявленные особенности соотношения и распределения форм железа присущи почвам, в которых совмещены признаки и свойства буроземообразования с процессом лессиважа и, в незначительной мере, временным поверхностным переувлажнением.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ АЭРОФОТОСНИМКОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПОЧВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Топаз А.А. (Белорусский государственный университет)

Целью наших исследований являлась разработка методических основ и технологических приёмов составления почвенных карт на основе цифровой обработки материалов аэрофотосъёмки.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: создание банка данных необходимой информации для визуального и компьютерного дешифрирования почв;

исследование спектральной отражательной способности почв и их тона фотоизображения на аэроснимках;

изучение взаимосвязи основных свойств почв (влажность, содержание гумуса, гранулометрический состав) и тона фотоизображения на аэроснимках;

разработка технологической схемы последовательности обработки аэрофотоснимков с помощью компьютерных технологий;

адаптация существующих и разработка новых методов цифровой обработки изображений для почвенного дешифрирования;

разработка дешифровочных признаков и эталонов дешифрирования почвенного покрова по аэроснимкам и результатам компьютерной обработки.

При проведении компьютерной обработки снимков использовались следующие программные средства: для геометрических преобразований - ЦФС «Realistic Map», для тематической обработки – система MDW, разработанная совместно с кафедрой математического обеспечения АСУ факультета прикладной математики и информатики Белгосуниверситета, для обработки многозональных изображений – программа «Multi Спеc».

С учетом оптимальных сроков аэрофотосъёмки нами были подобраны аэрофотоснимки на территорию ключевых участков с однородными почвообразующими породами. При изучении территорий, сложенных однородными почвообразующими породами можно исключить один из факторов, влияющих на отражательную способность –

механический состав. Тогда на спектральную яркость почв основное влияние будет оказывать влажность и содержание в них гумуса.

Сканирование исходных фотоснимков осуществлялось с оптическим разрешением 400 dpi. На этапе геометрической коррекции снимки были трансформированы в проекцию карты и приведены к масштабу 1: 10 000. В результате были созданы единомасштабные цифровые фотоизображения, сформированные в границах номенклатурных листов. Трансформированные и привязанные цифровые изображения снимков в дальнейшем были подвергнуты цифровой математической обработке с целью автоматизированного дешифрирования и расчета количественных показателей, т.е. выступали в качестве основы для составления тематической карты.

На этапе предварительной обработки изображения были обработаны в направлении удобства дешифрирования (подавление шума, подчеркивание контуров и т.д.), затем было произведено предварительное контурное дешифрирование (сегментирование изображения), распознавание почвенных разновидностей и рассчитаны геометрические параметры (длина границ контуров, площадь и т.д.).

После проведения кластерного анализа для распаханых территорий на ключевом участке «Тульговичи» было выделено три группы контуров, отличающихся по своим дешифровочным признакам. Анализ данных по процентному содержанию гумуса для каждого контура и тона фотоизображения позволил сделать группировку контуров однородных изображений и близких по содержанию гумуса:

Для повышения результатов интерпретации было проведено совмещение цифрового изображения снимка с топографической картой, т.к. рельеф является одним из ведущих факторов почвообразования. Оказалось, что более темным тоном изображаются отрицательные элементы рельефа с более высоким содержанием гумуса и большей степенью увлажнения.

В результате исследований было установлено, что между тоном фотоизображения почв, развивающихся на однородных песчаных материнских породах, и содержанием гумуса, влаги и гранулометрических фракций существует тесная корреляционная связь. При этом главными компонентами, обуславливающими тон фотоизображения почв, являются гумус и влага. Каждой из групп контуров песчаных почв, различающихся по тону изображения, соответствует определённое содержание гумуса, коррелирующее с показателями коэффициентов спектральной отражательной способности этих почв.

Таким образом, материалы аэрофотосъемки являются не только наиболее информативной картографической основой, но и новым средством изучения почвенного покрова. Применение цифровых методов для обработки изображений аэрофотоснимков позволит повысить достоверность составляемых почвенных карт как со стороны более точного проведения границ почвенных контуров, так и со стороны полноты и объективности содержания карт.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЛИСТОЙ ФРАКЦИИ ПОЧВ СОПРЯЖЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Хоролец И.А., Ачасова А.А. (Национальный научный центр "Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского", Украина)

Объектом исследования были почвы экспериментального полигона ННЦ «ИПА». Полигон расположен в 20 км западнее г. Харькова и по своим ландшафтным характеристикам типичен для Восточной Лесостепи Украины. В ландшафтно-геохимическом отношении территория представляет собой две сопряженные почвенно-геохимические катены, имеющие общий супераквальный и аквальный ландшафты. Почвообразующая порода - лессовидный суглинок, содержание физической глины – 45 – 48 %. Содержание глинистых минералов в образцах определялось рентген-дифрактометрически по методу Н.И. Горбунова в модификации ННЦ ИПА.

Установлено, что преобладающим компонентом илистой фракции исследованных почв являются смешаннослойные монтмориллонит-гидрослюдистые вторичные минералы, на долю которых приходится от 40,5 до 88,5 % от общего количества минералов в илистой фракции. Их присутствие свидетельствует о динамичности процессов минералообразования в почвах данной территории. В почвах также присутствуют гидрослюды (6,2 -22,1 %) и каолинит (3,2-12,5 %). Глинистые минералы почвообразующей породы северо-западного склона на 34,5 % состоят из чистого монтмориллонита. В большинстве образцов обнаружен хлорит (до 5,8 %), высокодисперсный кварц представлен в незначительных количествах. По профилю темно-серой почвы, отмечается относительное накопление гидрослюдистых минералов, по сравнению с породой (6,2 %), в иллювиальном (17,3 %) и гумусово-эллювиальном горизонтах (22,1 %). Такой профильный "антагонизм" гидрослюды и монтмориллонита (а также смешаннослойных минералов

на его основе) отмечается разными авторами как для серых лесных почв так и для черноземов, и является, вероятно, общей закономерностью.

Это явление в литературе объясняется по-разному: 1) переносом высокодисперсного монтмориллонита в нижнюю часть почвенного профиля; 2) интенсификацией процессов выветривания в верхних горизонтах почвы, благодаря чему они пополняются высокодисперсным слюдистым материалом и гидрослюдами, которые являются первым звеном цепи вторичного минералообразования в почвах; 3) более интенсивным образованием монтмориллонита в глубоких горизонтах почвы благодаря стабильности гидротермических условий. По нашему мнению, отмеченная профильная неоднородность минералогического состава темно-серой почвы обусловлена как частичной деструкцией смешаннослойных образований с последующим выносом полутонких окислов и относительным накоплением гидрослюд, так и интенсификацией процессов выветривания в приповерхностных слоях почвы. Еще одним фактором, на наш взгляд, является вынос наиболее высокодисперсных и неустойчивых к размыванию смешаннослойных монтмориллонитоподобных минералов и монтмориллонита в процессе водной эрозии почв, в то время, как гидрослюдистые частицы, имеющие более высокую массу и менее интенсивно выносятся водными потоками, благодаря чему накапливаются в поверхностном слое почв.

Для донных отложений р. Люботинка характерно большое количество гидрослюд, которые находятся как в свободном состоянии, так и в составе смешаннослойных образований. То, что их значительно больше, чем в почвах поймы (24,3 % по сравнению с 15,8 %), можно объяснить как переотложением высокодисперсных частиц, приносимых речными водами с прилегающих территорий, так и трансформацией минеральной части путем гидрослюдизации монтмориллонитов в гидроморфных условиях.

Литературные данные свидетельствуют о возможности преобразования монтмориллонитов в гидрослюды в условиях избыточного увлажнения в пойменных почвах а также под влиянием орошения. Ф.Р. Зайдельман показал, что в процессе оглеения возрастает подвижность железа и алюминия, происходит протонизация алюмосиликатов. Это, с одной стороны, может приводить к трансформации смешаннослойных минералов путем переориентации тетраэдро-октаэдрических пакетов с образованием индивидуальных (гидрослюдистых и монтмориллонитовых) фаз, а с другой - к иллитизации монтмориллонитовых

пакетов путем замещения Si^{4+} на Al^{3+} в тетраэдрических слоях с последующей компенсацией возникающего дефицита заряда за счет ионов K^+ .

Таким образом, имеются все основания предполагать, что увеличение содержания гидрослюдов (как в чистом виде, так и в составе смешаннослойных образований) в почвах катены в направлении от автоморфных позиций к донным отложениям является, прежде всего, результатом гидрослюдизации монтмориллонитовых частиц, вынесенных в пойму эрозионными потоками. Причинами наблюдаемой трансформации являются, в первую очередь, оглеение и повышенная минерализация грунтовых вод поймы. Помимо этого, нельзя исключать и поступление гидрослюдистых частиц как составляющей твердого стока реки.

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ К АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Цытрон Г.С. (РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)

Исследования проводились на почвах, используемых под пашню, на основе анализа предварительно систематизированных разновременных материалов крупномасштабных почвенных (III-х туров) и агрохимических (8-ми туров) обследований, а также литературного и фондового научного материала Института почвоведения и агрохимии, данных учреждений, занимающихся экологическими проблемами республики.

Результаты исследований показали, что при первом туре крупномасштабного почвенного картографирования наибольшей пестротой почвенного покрова отличались почвенно-экологические районы Белорусского Полесья. В то же время пахотные земли ПЭР зоны Белорусской гряды, Центрально-Березинской равнины и Восточно-Белорусского плато более, чем на 75 % были сложены дерново-подзолистыми автоморфными почвами, а в отдельных районах эти почвы составляли более 80 % площади пахотных земель.

Наибольшая пестрота почвенного покрова, как и при первом туре, в настоящее время характерна для ПЭР зоны Белорусского Полесья. Особенно сильно произошло изменение почвенного покрова в сторону

усложнения его компонентного состава в тех почвенно-экологических районах, где наибольший удельный вес в пашне составляют органо-генные почвы, подстилаемые песками. На месте бывших мелкозалежных торфяников образовались антропогенно-преобразованные деградированные почвы. Существенно изменился и компонентный состав территорий, с преобладанием дерновых заболоченных почв. Почвенный же покров пашни Центральной части республики претерпел наименьшие изменения, хотя произошло уменьшение доли в составе пахотных земель автоморфных дерново-подзолистых почв с одновременным увеличением дерново-подзолистых заболоченных. Площади же антропогенно-преобразованных почв здесь незначительны и составляют, в основном, менее одного процента.

Наблюдаются также значительные различия и в агрохимических свойствах почв республики, несмотря на то, что объемы выделяемых и вносимых удобрений были сравнительно одинаковы на всей территории республики. Это свидетельствует о том, что исходный почвенный покров оказывает влияние на устойчивость самих почв к равнозначным антропогенным воздействиям, т.е. определяющим при антропогенной эволюции почвенного покрова является его исходный компонентный состав, чем пестрее почвенный покров, тем разнообразнее его ответная реакция на одинаковый комплекс антропогенных воздействий.

Для почв пахотных земель республики нами определены следующие типы и подтипы деградации: эрозия (водная и ветровая); загрязнение (тяжелыми металлами, радионуклидами); химическое и физическое ухудшение (кислые почвы, снижение плодородия и уменьшение органического вещества, опускание поверхности почвы в результате сработки торфяников и над выработкой калийных солей, нарушенные земли, антропогенное переувлажнение).

Кроме этого определены еще два типа земель:

- уязвимые земли, в которых при незначительных негативных изменениях их использования может быть нарушено естественно-антропогенное равновесие и которые перейдут в разряд деградированных. Для территории пахотных угодий Беларуси в основном это эрозийно- и дефляционноопасные почвы;

- безопасные земли, в которых традиционное воздействие на почвы не приводит к их деградации, а в отдельных случаях увеличивающее плодородие и экологическую устойчивость.

Как показывают данные исследований, самыми экологически неустойчивыми являются районы Белорусского Полесья. Здесь в отдельных почвенно-экологических районах различные типы деградационных процессов накладываются друг на друга и занимают практически всю площадь пашни. То есть в силу особенностей компонентного состава почвенного покрова (почвообразующие породы рыхлого гранулометрического состава, большая доля в составе пахотных угодий староосушенных мелкозалежных торфяников и антропогенно-преобразованных дегроторфяных почв и др.), аварии на Чернобыльской АЭС, и других причин, данный регион подвержен интенсивному развитию эрозионных процессов, процессов загрязнения радионуклидами, опусканию поверхности почв в результате сработки органогенного слоя, потери плодородия почв, вторичному заболачиванию и т. д.

СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ – ОСНОВА ПРАВИЛЬНОГО УЧЕТА КАЧЕСТВА ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА МОЛДОВЫ

Чербарь В.В. (НИИ почвоведения и агрохимии им. Н.А. Димо, Молдова)

Приведенная система классификации и бонитировки почв Молдовы является усовершенствованным вариантом системы принятой официально как нормативный документ для использования при проведении кадастра земель республики. Эта региональная система разработана на основе русской натуралистической классификации почв (Классификация и диагностика почв СССР. М: Колос, 1977) с внесением некоторых элементов и стандартов из системы классификации почв ФАО/ЮНЕСКО (ФАО/ЮНЕСКО. Почвенная карта мира. Пересмотренная легенда. Рим, 1990) и румынской классификации (*Metodologia elaborării studiilor pedologice. Partea I-III-a.* București, 1987), сохранив одновременно все положительные моменты прежней классификации и бонитировки почв Республики Молдова (Крупеников И.А., Подымов Б.П. «Классификация и систематический список почв Молдавии». Кишинев, 1987; Лунева Р.И., Рябинина Л.Н. «Бонитировка почв Молдавии для полевых культур». Кишинев, 1976). Таксономические единицы в данной системе классификации почв выделяются на двух уровнях:

- первый уровень - систематический список типов и подтипов почв республики;

- второй уровень - классификационные признаки таксонов почв более низкого порядка (родов, видов, разновидностей и вариантов почв).

Для идентификации почвенных таксонов первого и второго уровня разработана система диагностических признаков, диагностических горизонтов и формативных элементов названий почв, сходной, в определенной мере, с аналогичной системой ФАЮ/ЮНЕСКО.

Для наименования типов и подтипов и составления структуры классификации и систематического списка почв использованы следующие формативные элементы: антросоли, камбисоли, грейземы, черноземы, черноземы стагниковые, рендзины, вертисоли, луговые, лугово-болотные, болотные, солонцы, солончаки, намытые изогумусовые, намытые типичные (слоистые), эроземы, слаборазвитые и др. Используя диагностические признаки и номенклатурные формативные элементы, в Молдове выделены 14 типов почв, которые, в свою очередь, разделены на 66 подтипов.

Систематический список типов и подтипов почв является одновременно и бонитировочной шкалой высокого порядка. В этой шкале черноземы типичные приняты за эталонный подтип почв с оценкой в 100 баллов. Бонитет остальных подтипов почв, с учетом их состава и гидротермических условий развития, определен в сравнении с бонитетом эталонного подтипа (Лунева Р.И., Рябинина Л.Н., 1976).

Классификационные единицы второго уровня (род, вид, разновидность, разряд) при классификации и бонитировки почв Молдовы обособляются с использованием устойчивых во времени и пространстве диагностических показателей, которые являются одновременно и бонитировочными признаками. Для каждого признака составлены соответствующие шкалы. Градуировка шкал выполнена таким образом, чтобы выделенные ступени имели достаточно широкие количественные пределы, дающие определенную информацию о качестве почв. Для ступеней шкал диагностических признаков установлены бонитировочные коэффициенты со значениями от 1,0 до 0,1. Балл конкретной почвы рассчитывается путем умножения балла подтипа почвы согласно основной шкале на произведение соответствующих бонитировочных коэффициентов.

Перечень диагностических признаков второго уровня следующий: мощность почвы до плотной породы, сплошного камня или грубого

песка; мощность профиля почвы с содержанием гумуса более 1,0 %; степень эродированности или срезанности почв; преобладающая степень разрушенности и эродированности почв оползней; намытость и степень кольматации почв малогумусовыми наносами; глубина залегания погребенной почвы; содержание гумуса в пахотном слое почв; содержание карбонатов в пахотном слое или глубина их появления в профиле почв; степень солонцеватости почв и глубина появления солонцеватого горизонта; степень засоления почв и глубина появления засоленного горизонта; степень глееватости почв и глубина появления оглеения; степень каменистости почв и глубина появления каменистого горизонта; гранулометрический состав.

Представленная система классификации почв не отходит от генетических принципов в почвоведении и базируется на знаменитую триаду В.В. Докучаева: факторы – процессы – свойства. Генетический принцип использован и при выделении таксонов почв. Очень важным является то, что классификационная система открытая и может быть изменена без нарушения ее целостности. Наличие двух уровней таксономических единиц позволяет легко ввести эту классификацию почв в компьютер и механизировать часть работ по созданию информационной системы качества почвенного покрова Молдовы.

ПОУЧАСТКОВАЯ КАДАСТРОВАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ КАК ОСНОВА ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Чиж Д.А. (Белорусская государственная сельскохозяйственная академия)

Материалы поучастковой кадастровой оценки отражают сравнительную прибыльность производства сельскохозяйственной продукции на внутрихозяйственном уровне и являются основой для принятия землеустроительных решений. Однако возникает необходимость в корректировке результатов оценки, что обусловлено динамичностью сельскохозяйственного землепользования, в частности:

1. Формированием новых и реформированием существующих землепользований.
2. Межотраслевым перераспределением земель.
3. Проведением оптимизации сельскохозяйственного землепользования.

В первом случае изменение организационно-производственной структуры предприятия и местоположения его внутрихозяйственных производственных центров приводит к необходимости пересмотра показателей средних расстояний, индекса транспортных затрат. Вполне возможно, что земельные участки, имеющие отрицательный нормативный чистый доход из-за фактора местоположения, и, соответственно, подлежащие перепрофилированию в пределах существующих землепользований, могут при перераспределении приобрести положительные значения доходности во вновь формируемых землепользованиях.

Следовательно, прежде чем производить перепрофилирование использования земельных участков с отрицательным нормативным чистым доходом, расположенных на периферии землепользования, необходимо предварительно определить возможность и экономическую целесообразность их передачи смежному хозяйству.

Доходность земельных участков с одинаковым плодородием, но различными технологическими свойствами обусловлена нахождением их в рамках определенных организационно-хозяйственных структур с соответствующей территориальной организацией производства и организацией территории. Из-за территориальной неустроенности землепользования целесообразно говорить о не об убыточности рабочего участка как такового, а об убыточности видов и способов его использования. К примеру, для мелкотоварного производства (личных подсобных хозяйств, фермерских хозяйств) из-за применяемых ими технологий производства, их размеров и местоположения, пространственные характеристики участка имеют несколько иное значение, чем в крупных сельскохозяйственных предприятиях. Поэтому земли с отрицательным нормативным чистым доходом при наличии спроса со стороны садоводческих товариществ, личных подсобных хозяйств для сенокосения и выпаса скота, можно рассматривать в качестве первоочередного объекта для перераспределения земель.

Одним из важнейших направлений оптимизации землепользования является межхозяйственное землеустройство, при котором устраняются территориальные недостатки (дальноземелье, чересполосица, вклинивание и вкрапливание). Исследования, проведенные по хозяйствам Витебской области, показывают, что в более компактных предприятиях в расчете на 100 га сельскохозяйственных земель получают более высокие результаты аграрного производства.

Работы по оптимизации землепользования проводятся на основе поучастковой кадастровой оценки, но и существенно влияют на нее. В частности, совершенствование технологических свойств рабочих участков (в первую очередь, длины гона и удельного периметра), которые имеют отрицательный нормативный чистый доход, осуществляется посредством передачи вклинивающихся и вкрапленных продуктивных земель в ближайшие менее интенсивно используемые сельскохозяйственные, а при необходимости – и в не сельскохозяйственные угодья. При этом, как показывают расчеты, совершенствование технологических свойств рабочих участков является резервом повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Значительные объемы консервации земель на региональном уровне приведут к повышению средневзвешенного балла плодородия остающихся в сельскохозяйственном обороте земель, нивелированию плодородия земельных участков и показателей матриц дифференциального дохода, а также изменению нормативных величин, положенных в основу кадастровой оценки.

Учесть динамизм землепользования и соответствующим образом отразить его влияние на поучастковую кадастровую оценку можно применяя ГИС-технологии, позволяющих моделировать и проектировать рациональные с точки зрения землеустройства рабочие участки с одновременной оценкой данных предложений.

КРУГЛЫЙ СТОЛ 2

ЭРОЗИЯ ПОЧВ, МЕТОДЫ ЕЕ ПРОГНОЗА И ОЦЕНКИ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ ПОТЕРЬ ПОЧВЫ ОТ ЭРОЗИИ ПО ЕЕ ВЛАЖНОСТИ

Афанасьев Н.И., Черныш А.Ф. (РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)

Ведение сельскохозяйственного производства невозможно без потерь почвы за счет эрозии – зла, изначально присущего природе. При любой технологии возделывания культур сток выпадающих осадков и, связанный с ним, смыв почвы будет иметь место. Поэтому важно знать допустимый смыв почвы для выбора мероприятий, сводящих его до минимума. Под допустимыми потерями почвы понимают годовой ее смыв, не снижающий плодородие и урожайность культур, или компенсирующийся почвообразовательным процессом. Термин «допустимые потери», на наш взгляд, неудачен. Любые потери нежелательны в принципе; урожай является функцией ряда факторов, а не только потеря почвы от эрозии, но этот термин широко фигурирует в литературе и мы вынуждены им пользоваться.

Надежных данных о скорости почвообразовательного процесса пока нет, но и без них ясно, что эта скорость не восполняет смыва почв. Если бы скорости этих двух процессов были равны, смытых почв не было бы. Литературные данные о допустимых потерях почвы от эрозии весьма противоречивы. Так, для дерново-подзолистых почв они составляют от 1,0 до 10,9 т/га в год. В США допустимыми потерями считаются 2,5-12,5 т/га в год, в зависимости от мощности гумусового слоя. При этом американские исследователи подчеркивают ориентировочный характер этих данных. В основе их - урожайность культур на полевых опытах. Но урожайность зависит и от метеоусловий, которые ежегодно разные. Вычислить величину смыва, влияющую на урожай, в полевых условиях невозможно.

Таким образом, скорость почвообразующего процесса и урожайность культур не могут быть надежными критериями допустимого

смыва почв. Остается только один показатель – плодородие почв. Если оно не снижается от какой-то величины смыва, значит такая величина допустима в конкретном году. Со временем она станет недопустимой, так как ее отрицательное влияние суммируется.

Учитывая состояние изученности данной проблемы, Европейское общество охраны почв считает определение допустимых потерь почвы от эрозии главной темой исследований.

В основу предлагаемого нами метода оценки допустимых потерь почвы от эрозии положен один из факторов плодородия – влагообеспеченность растений. Метод прост, исключает различные вольные предположения, такие, например, как продолжительность почвообразовательного периода; одни принимают его равным десяти, другие – двум тысячам лет. Для нашего метода нужны конкретные данные, полученные при проведении полевых опытов.

Методика определения влагообеспеченности растений. Оценить влагообеспеченность сельскохозяйственных культур очень просто: нужно знать расход влаги полем, занятым той или иной культурой, и испаряемость (критерий влагообеспеченности растений). Расход влаги оценивается ее запасами в начале и в конце вегетации плюс осадки, а испаряемость определяется по радиационному балансу или относительной влажности воздуха (справочные данные). Например, расход влаги полем с ячменем был 250 мм, а испаряемость – 350 мм. Дефицит влаги составил 100 мм (350-250 мм). Можно влагообеспеченность выразить и в процентах ($250:350 \times 100 \% = 71 \%$)

Таким образом, первое, что нужно сделать, - это определить дефицит влаги или влагообеспеченность растений. Если дефицит влаги имеется, значит влагообеспеченность неполная и говорить о допустимых потерях почвы бессмысленно. Любые потери почвы (аккумулятора влаги) только увеличат этот дефицит и снизят влагообеспеченность растений, т.е. уменьшат плодородие почвы. Определять дефицит влаги следует не за весь вегетационный период в целом, а подекадно, или два раза в месяц. За весь период вегетации дефицита может и не быть, так как обилие выпавших осадков в какое-то время компенсирует их недостаток за отдельные декады, что наблюдается почти ежегодно.

Многолетнее изучение водного режима почв Беларуси и влагообеспеченности сельскохозяйственных культур позволяет обобщить полученные данные. Выявлено, что оптимальная влажность пахотного слоя рассматриваемых почв – основного источника снабжения сельскохозяйственных культур влагой, бывает лишь в 54-73 % вегетацион-

ного периода. Дефицит влаги при такой влажности почвы колеблется от 28 до 68 мм. Значит, на указанных почвах смыв недопустим. Однако, избавиться от него невозможно. Поэтому он должен быть оценен с позиций его вредности (какая его величина и через какой период времени приведет к недобору урожая).

Методика определения допустимого смыва. Для определения допустимых потерь почв от эрозии нужны следующие данные:

Запасы влаги в почве в момент полных всходов культуры и в конце ее вегетации (для зерновых – фаза полной спелости, для картофеля – отмирания ботвы).

Осадки за вегетационный период культуры.

Расход влаги, необходимой для создания единицы продукции (основной, побочной или общей).

Водно-физические свойства почвы (полевая влагемкость, плотность, влажность завядания растений).

Глубина промачивания почвы летними осадками.

Все эти данные легко получить при проведении полевых опытов.

Приводим пример расчета допустимых потерь дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы на лессовидном суглинке (Кура-совщинский полевой стационар) по средним многолетним данным, полученным нами при проведении полевых опытов.

Запасы доступной растениям влаги в пахотном слое при полных всходах ячменя – 33, в конце вегетации – 9 мм.

Осадки за вегетацию ячменя – 280 мм.

Расход влаги на создание 1 ц зерна – 10 мм, картофеля – 1 мм.

Глубина промачивания почвы летними осадками – 100 мм.

Полевая влагемкость – 25 %, плотность – 1.3 г/см^3 .

Влажность завядания растений – 12 %.

Решение: расход влаги ячменя равен 304 мм ($33+280-9=304$), урожайность – 32.7 ц/га , расход влаги на создание 1 ц. зерна – 9.29 мм ($304:32.7=9.29$).

В слое почвы 1 мм весной при влажности почвы, соответствующей полевой влагемкости, содержится 0.16 мм доступной растениям влаги; слой почвы в 1 мм задерживает 2.8 мм осадков ($280:100=2.8$). Если смоемся 1мм почвы (1.3 т/га) запасы влаги уменьшатся на 2.96 мм ($0.16+2.8=2.96$). Это эквивалентно недобору урожая картофеля на 3 ц/га (на создание 1 ц клубней требуется 1 мм влаги). На урожае ячменя такое уменьшение запасов влаги не скажется.

Таким образом, допустимые потери почвы от эрозии зависят не только от почвы, но и от культуры, а также от времени появления недобора урожая. Так, при смыве 1,3 т/га недобор урожая картофеля будет в год смыва, а недобор урожая ячменя случится лишь через четыре года. Значит, такая величина смыва допустима для ячменя и недопустима для картофеля. Чем выше влагоемкость почвы, тем меньше величина допустимого смыва, так как при этом теряется больше влаги. Одинакового допустимого смыва для различных почв не может быть, так как исходные данные определяющие его величину, у разных почв разные.

ФИТОМЕЛИОРАТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ

Бастраков Г.В., Долганова М.В. (Брянский государственный университет)

В системе мероприятий, направленных на повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий и охрану окружающей среды, противоэрозионным технологиям принадлежит одно из ведущих мест.

Опыт показывает, что наибольший почвозащитный экологический и экономический эффект достигается при применении на склоновых землях комплекса организационно-хозяйственных, агротехнических и фитомелиоративных мероприятий. При этом фитомелиорация способствует вовлечению в хозяйственный оборот уже нарушенных и неудобных земель.

Согласно данным В.П. Молчанова (1975) растительная масса порядка 3 т/га, при условии ее равномерного распределения практически полностью обеспечивает 100 %-ное покрытие поверхности почвы. В естественных условиях формирования и существования черноземов корневая система луговых трав достигает массы 25 т/га при их надпочвенной массе до 7 т/га. Как известно, луговое разнотравье по степени обеспечения почвы питательными веществами может уступать только растительным сообществам влажных тропических лесов. Но сопротивлением размыву в условиях луговых трав, превышающим 8 тысяч ньютон (Н), вряд ли может обладать почва каких-либо других ландшафтов Земли.

Таким образом, сама природа подсказывает нам путь решения проблемы почвозащитного землеустройства и земледелия, экологическая и экономическая обоснованность которого очевидна. Важным

фактором, выступающим в пользу такого решения является также то, что структура и технология фитомелиоративной оптимизации агроландшафтов поддается расчетному обоснованию на основе теории эрозионной устойчивости рельефа. Одновременно с обеспечением сохранения почвенного покрова рассматриваемый подход решает проблему кормопроизводства на пахотных землях.

Наши исследования последних лет показали особенно высокую почвозащитную эффективность козлятника восточного. Только за счет увеличения сопротивления почвы размыву эрозионная устойчивость кормовых угодий на пашне возрастает в 240-250 раз.

Значения сопротивления размыву под культурами получены экспериментально, а сопротивление размыву в условиях чистого пара вычислены по формуле:

$$R = 17,5 + 2,5\Gamma + 0,35 И,$$

где R – сопротивление почвы размыву, Н; Γ – содержание гумуса, %; И – содержание илистой фракции, %.

В пользу козлятника восточного как биологического компонента устойчивого агроландшафта, говорит также тот факт, что вспашку почв под ним нужно производить только раз в 12-15 лет, тогда как, например, под клевером – раз в 3 года.

По данным А.И. Артюхова (2002) козлятник обладает высокой энергетической эффективностью и технологичностью при заготовке сена, конкурентоспособностью по отношению к сорнякам, а также возможностью местного семеноводства.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА МАЛОГО ОСВОЕННОГО ВОДОСБОРА

*Беляев В.Р., Голосов В.Н., Тишкина Э.В., Иванова Н.Н., Маркелов М.В.
Московский государственный университет (Ставропольский край)*

Проблема изменения характеристик почв в результате сельскохозяйственного освоения территории представляется одной из наиболее актуальных для современного почвоведения. Оценка этого процесса представляет большой теоретический интерес и необходима для обеспечения рационального использования земельных ресурсов. В последние годы силами научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева географического факуль-

тета МГУ был проведен ряд исследований ключевых участков в пределах сельскохозяйственной зоны Европейской части России с целью определения интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов и степени изменения почвенного покрова в районах с различными природными условиями, продолжительностью и характером сельскохозяйственного освоения. Сотрудниками лаборатории отработана методика исследования временной и пространственной изменчивости эрозионно-аккумулятивных процессов за период интенсивного земледелия в масштабе малых водосборов. Учитывая неравномерный характер проявления исследуемых процессов во времени, а также изменения антропогенной нагрузки (севообороты, виды обработки, планировка земельных угодий и т.д.), нами используется сочетание нескольких методов оценки эрозии и аккумуляции, имеющих различный диапазон применения:

1. Почвенно-морфологический (позволяет определить осредненные темпы эрозии и аккумуляции за весь период интенсивного освоения).

2. Метод радиоактивных трассеров перемещения почвенных частиц. Использовался изотоп цезия-137 (^{137}Cs), позволяющий определить осредненные темпы эрозии и аккумуляции за 60 лет (17 лет для районов чернобыльского загрязнения).

3. Модифицированная версия Универсального уравнения почвенной эрозии (USLE), адаптированная для российских условий (позволяет определять смыв почвы со склонов в широком диапазоне временных масштабов от одного эрозионного события до всего периода освоения; недостатком является невозможность определения величины аккумуляции и неучет переотложения наносов в пределах склонов).

В 2002 г. исследования проходили на водосборе балки Мал. Казгулак (бассейн р. Айгурка, правого притока р. Калаус, северо-восток Ставропольской возвышенности), расположенный в Туркменском районе Ставропольского края. Территория представляет собой сочетание слабо расчлененных денудационных и аккумулятивных лесовых равнин, четвертичные отложения подстилаются песками, глинами и мергелями с прослоями известняков сармата. Характерные черты климата – недостаточное увлажнение (средний дефицит влаги 400 мм) и значительная изменчивость осадков от года к году (250–500 мм/год). Наиболее эрозионноопасными являются летние ливни высокой интенсивности (до 60 мм/час и более), талый сток пренебрежимо мал. Почвенный покров территории представлен преимуще-

ственно каштановыми и светло-каштановыми почвами. В естественном растительном покрове преобладают дерновиннозлаковые сухие степи, однако в настоящее время большая часть пригодных земель распахана (45-50 % всей территории), а на остальных ведется интенсивный выпас скота.

Собственно балка Мал. Казгулак имеет длину тальвега около 9,5 км и площадь водосбора около 14,5 км². Общее направление балки – с северо-запада на юго-восток, постоянный водоток отсутствует. Склоны на всем протяжении, кроме участка нижнего течения, асимметричны – правый склон значительно круче и короче левого. Большая часть водосбора распахана, за исключением днища балки и отдельных участков наиболее крутых склонов.

На первой стадии было произведено рекогносцировочное обследование всей балки с заложением ряда скважин и шурфов в ее днище для определения мощности отложений земледельческого периода. В дальнейшем в качестве участка детального исследования была выбрана верхняя часть балки, ограниченная снизу глухой дамбой. В пределах этого участка представлены все основные морфологические типы склонов, характерные для исследуемого водосбора. На них были заложены разрезы и отобраны образцы из верхней части почвенного профиля для определения запасов ¹³⁷Cs. На ненарушенном пологонаклонном водоразделе был заложен эталонный участок для определения привноса изотопа из атмосферы. Для построения точной цифровой модели рельефа, необходимой при расчетах величин смыва и аккумуляции различными методами, использовалась геодезическая GPS-съемка в дифференциальном режиме. Также были получены данные о севооборотах и осадках за последние десятилетия. В результате на основании трех описанных методов удалось оценить баланс наносов в пределах исследуемого участка водосбора балки, динамику эрозионно-аккумулятивных процессов за период освоения, выявить зоны наиболее значительной трансформации почвенного покрова и определить вклад различных процессов (плоскостной смыв, линейная эрозия, механическая эрозия). Типичность морфологии детально исследованных участков склонов позволяет экстраполировать полученные данные, и, сопоставляя их с оцененными объемами агрогенного осадконакопления в днище балки, составить представление о балансе наносов всего водосбора, изменении почвенного покрова в его пределах и объемах выноса вещества в речную сеть.

МОРФОЛОГИЯ ОВРАГОВ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОНАХ

Веретенникова М.В., Ковалев С.Н.

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Многолетние полевые и стационарные исследования НИ Лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева показали, что овраги в различных природных условиях могут выглядеть по-разному. Отмечено, что морфологические и морфометрические характеристики оврагов изменяются с юга на север.

Согласно классификации (А.С. Козменко, 1912) береговые овраги это короткие эрозионные врезы, преимущественно не выходящие за бровку склона, на котором они развиваются и не имеющие собственного водосбора. Склоновые овраги развиваются по берегам современной долинно-балочной сети, в лощинах и древних ложбинах стока и имеют морфометрически выраженные водосборные бассейны. Донные овраги развиваются в днищах балок и полностью наследуют водосборы последних.

В результате анализа материалов полученных для различных природных зон - зона тундры (п-ов Ямал), лесов (Калужская область), лесостепей (Воронежская область) и степей (Саратовская и Оренбургская области, Ставропольский край), мы получили некоторые общие закономерности. Так, береговые овраги встречаются, в основном, в лесной и степной природных зонах, но и там не являются преобладающими в количественном отношении.

Склоновые овраги различных типов наиболее распространены в лесной зоне, однако в лесостепной и степной их количество намного больше, чем других оврагов. Донные овраги получили наибольшее распространение в степной и лесостепной зонах. Таким образом наиболее разнообразно овражные формы представлены в зоне степей.

В различных природных зонах выделенные типы оврагов отличаются как по количеству подтипов, так и по их морфометрии и морфологии.

1. Береговые овраги. В зоне степей это формы до 70 м длиной, с уклоном бортов не более 30-35°. Поперечные профили - V-образные. В лесной зоне они короче (до 50 м), с более крутыми бортами (около 40°). Форма поперечных профилей часто напоминает букву U. Общим для береговых оврагов вне зависимости от зоны их распространения

являются их небольшая глубина (1-2 м) и ступенчатый продольный профиль. В степных районах овраги этого типа в большей мере похожи на крупные промоины с четкими границами.

II. Склоновые овраги. В зависимости от формы склона, на котором развиваются овраги этого типа, они были разделены на два подтипа. Подтип А - склоновые овраги на выпуклых склонах, подтип Б - на прямых и выпукло-вогнутых. Эти подтипы были разделены на группы с учетом их морфологии и морфометрии.

Во всех природных зонах подавляющее большинство склоновых оврагов представлены эрозионными формами подтипа А. В разных природных условиях овраги этих групп имеют ряд общих для группы черт, но и могут существенно отличаются друг от друга. Внешний вид и морфометрия позволяют подразделить их на группы: а) длина от 70 до 700 м. Поперечный профиль всегда V-образный, продольный ступенчатый. Борта крутые, иногда до отвесных. Вершины клиновидные с уступами разной высоты. Глубина этих эрозионных форм часто превышает ширину по верху. Овраги или незадернованы вовсе или слабозадернованы в устьевых частях; б) длина от 450 до 1300 м. Вершины клиновидные или имеют форму цирка с несколько сглаженными уступами. Поперечный профиль изменяется от V-образного в вершине до трапецевидного или корытообразного в устьевых частях. Уклоны бортов, в зависимости от условий геологии, $35-50^{\circ}$. В русле могут наблюдаться отдельные ступени. Задернение практически по всей длине от слабого в вершине, до устойчивой растительности - в устье; в) многоотвершковыые длинные овраги с уклонами бортов соответствующими углу естественного откоса. Дно выположенное. Поперечные профили в верхних частях могут быть U-образные, в средних - ящикообразные и трапецевидные в устье. Вершины округлые, выположенные иногда с небольшими уступами (до 0,5 м). Задернение устойчивое по всей длине. Эти овраги часто вскрывают верховодку.

Овраги подтипа Б распространены мало и, по нашим данным, встречаются в степной и очень редко лесной зонах. Их можно разделить на две группы: а) одновершинные, слабозадернованные формы длиной до 1 км с ящикообразным поперечным профилем; б) разветвленные овражные системы длиной до 2 км. Полностью задернованы, нередко заболочены. Признаков линейного роста нет.

Вне зависимости от стадии развития, прослеживается изменение морфологии склоновых оврагов с юга на север - более четкие геоморфологические границы овражных форм в степных районах заменяются

сглаженностью форм к северу. Изменение внешнего облика оврагов зависит не только от свойств грунтов вмещающих овраги, но и от климатических условий, от увлажненности территории, характера и типа геоморфологических процессов распространенных в данном регионе. Чем дальше на север тем большую роль играют инженерно-геологические условия и процессы обусловленные мерзлотными процессами.

ПОЛЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ ОСНОВНЫХ МОРФОСТРУКТУР МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Горкунов В. А. (Могилевский государственный университет им. А.А. Кулешова)

При определении степени эрозионной деградации почв пахотных земель мы использовали следующие методические подходы: 1) степень эрозионной деградации почв устанавливалась для морфоструктур определенного генезиса; 2) за эталоны полнопрофильных принимались почвы водоразделов определенных морфоструктур; 3) критерием оценки являлась величина уменьшения мощности мелкозема за счет смыва, агротехнической эрозии; 4) горизонтами маркирующими остаточную мощность мелкозема, являлись подстилающие породы, наличие и выраженность иллювиального горизонта, глубина вскипания от HCl; 5) при расчете уменьшения мощности почвенных профилей с 1 га использовались данные величины: потенциального смыва почв, согласно которым почвы с потенциальным смывом до 2 т/га относятся к полнопрофильным, от 2,1 до 5,0 т/га – слабоэродированным, от 5,1 до 10 т/га – среднеэродированным, от 10,1 до 20 т/га – сильноэродированным и более 20,0, а иногда до 100 т/га – очень сильноэродированным почвам; потери мелкозема в объеме 5-25 м³ в год за счет агротехнической эрозии почв, при средней плотности пахотного горизонта 1,2 г/см.³

В результате проведенных исследований на территории Могилевской области выделено 5 мезомакроструктур, включающих в себя 9 мезоструктур, среди которых эрозионно-деградированные почвы наиболее распространены: на моренных равнинах с лессовыми покровными породами; краевых моренных равнинах с лессовидными и супесчаными породами; эрозионно-денудационных останцах – холмах, грядах, увалах. Для моренных равнин с лессовыми покровными породами характерен мелкобугристо-западинный рельеф. Склоны корот-

кие. Крутизна их колеблется от 2 до 5⁰, а примыкающих к водотокам 2, 3 порядков достигает 5-7 и более градусов. Глубина залегания лесса, вскипающего от HCl, составляет 140 ± 15 см. Рельеф краевых моренных образований с лессовидными суглинистыми покровными породами увалисто-ложбинный. Крутизна склонов колеблется от 1 до 3-4⁰, в редких случаях достигает величины 5-7⁰. В полнопрофильных почвах глубина залегания морены ближе 1 м составляет 90 ± 10 см; глубже 1 м – 125 ± 20 см. Мощность песчаной прослойки на контакте с мореной – 15 ± 7 см. Для территорий краевых моренных равнин с супесчаными покровными породами характерен пологоволнистый рельеф. Крутизна склонов редко превышает 2⁰. Длина склонов колеблется от 50 до 100 и более метров. В полнопрофильных почвах глубина залегания морены ближе 1 м. составляет 70 ± 15 см; глубже 1 м – 135 ± 20 см., редко около 2 м. Мощность прослойки песка на контакте – 25 ± 10 см. Глубина залегания морены на останцах – грядках, холмах, увалах конечных и краевых моренных образований 70 ± 15 см. Мощность прослойки песка 5 ± 10 см.

Расчеты показали, что в зависимости от крутизны склонов, величины потенциального смыва, уменьшение мощности почвенного профиля за год с 1 га составляет в среднем: для полнопрофильных почв меньше 0,16 мм; слабоэродированных – 0,16-0,41; среднеэродированных – 0,41-0,83; сильноэродированных 0,84-1,4; очень сильноэродированных – 1,41-8,3 мм. С учетом агротехнической эрозии почвенный профиль укорачивается от 0,02 до 0,1 мм в год. Если учесть, что данный вид почворазрушения наиболее активно протекает в условиях коротко-склонового мелкобугристо-западинного, грядово-ложбинного типов рельефа, то ее максимальные величины характерны в большей степени для среднеэродированных и в меньшей степени для сильноэродированных почв краевых моренных образований; минимальные – для длинных слабополосных склонов любых морфоструктур.

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ГЕОСИСТЕМ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО АЭРОКОСМИЧЕСКИМ СНИМКАМ

Губина Т.В. (Белорусский государственный университет)

В пределах торфяных месторождений (мощность пласта торфа не менее 0,7 м) отмечаются антропогенные изменения геосистем, вызванные осушительной мелиорацией и промышленной добычей торфа. При эколого-ландшафтном изучении торфяных залежей важную роль играют методы дистанционного зондирования, позволяющие получить информацию о почвах, уровне грунтовых вод, развитии экзогенных геологических процессов, а также выявить пространственно-временные особенности эволюции геосистем торфяных залежей. Это наглядно подтверждено на примере аэрокосмического изучения торфяно-болотных комплексов Минской области.

В рассматриваемом регионе выявлено около 1400 торфяных месторождений с общими запасами 1,3 млрд.т. Площадь торфомассивов, нарушенных в результате промышленной эксплуатации составляет 103,9 тыс.га. Среди крупных месторождений торфа на территории Минской области выделяются Загальский массив, Гричино-Старобинское болото, Лошанский торфяной массив, Ореховский Мох, Холопеничское болото и др. Максимальная мощность торфяной залежи 11 м отмечена в пределах месторождения Ореховский Мох (Пуховичский район).

Трансформация торфяно-болотных комплексов тесно связана с осушительной мелиорацией земель. Снижение уровня грунтовых вод приводит к оседанию торфяной залежи, изменяются фильтрационные свойства органогенных и минеральных почв-грунтов, активизируются экзогенные геологические процессы (дефляция, эрозия почв и др.). Воздействие мелиорации не ограничивается изменением уровня режима грунтовых вод. В сферу подобного антропогенного влияния вовлекаются связанные с грунтовыми водами напорные водоносные горизонты.

Ландшафтно-индикационное дешифрирование аэро- и космических снимков проводилось на территории Холопеничского (Крупский район) и Гричино-Старобинского (Солигорский район) болотных массивов. Изучение антропогенных изменений торфяных месторождений

осуществлялось по методике, разработанной Ю.М. Обуховским. В качестве индикаторов эколого-гидрогеологических условий мелиорируемых торфяно-болотных комплексов использовались особенности физиономических (растительность, рельеф, антропогенные элементы) компонентов геосистем, которые формируют на аэрофотоснимках и фототопографиях из космоса определенный рисунок фотоизображения.

По данным ландшафтно-индикационного дешифрирования выявлены две группы антропогенных процессов: 1) развивающиеся в очаге осушения; 2) протекающие вокруг него. Изменения, происходящие внутри очага осушения, имеют несколько стадий. В исходной стадии территория представляет собой немелиорированное болото, занятое гигрофитной растительностью. На аэрофотоснимках болота выглядят пятнами различных (часто округлых) очертаний. Фототон от серого до темно-серого (более заболоченные участки), рисунок однородный, либо мелкозернистый. В зависимости от густоты древостоя крап плотный или разреженный, слегка смазан.

На стадии олуговения, вызванной осушением (создание мелиоративных каналов, вырубка и выкорчевка леса и т.д.), угнетаются влаголюбивые виды и появляются мезофиты: щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa* L.), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* L.), полевица обыкновенная (*Agrostis vulgaris* With.) и др. За счет уплотнения торфяного покрова обнажается корневая система древостоя, образуются приствольные повышения в виде кочек. Важной индикационной информацией на этой стадии являются антропогенные элементы – мелиоративные каналы. Характер растительности в канале и непосредственно вдоль него подчеркивает глубину залегания грунтовых вод. Так, в старых мелиоративных каналах, поросших полевицей обыкновенной (*Agrostis vulgaris* With.), осоками (*Carex vesicaria* L., *C. inflata* Huds.), реже манником наплывающим (*Glyceria fluitans* L.), чередой трехраздельной (*Bidens tripartitus* L.), грунтовые воды залегают на глубине 0,2 – 0,5 м. С понижением уровня грунтовых вод в рядах зарастания каналов господствуют мезофиты и сорно-полевые типы растительности. Процесс олуговения подчеркивается изменением фототона аэрофотоизображения, который изменяется от темно-серого до серого в зависимости от осушенности территории. На снимках уверенно распознается мелиоративная сеть. По свежим высыпкам вдоль каналов возможно определить мощность торфа, а также литологический состав подстилающих грунтов.

В случае прекращения воздействия мелиорации отмечается спад процесса осушения, который подчеркивается сменой мезофитов влаголюбивыми сообществами. Первоначально это выражено сменой вейниково-щучниковых лугов пушицево-осоковыми. В дальнейшем вторичное заболачивание индицируется березово-осоково-сфагновыми сообществами. Процесс опознается на снимках по серому или темно-серому фототону. Рисунок аэрофотоизображения однородный с участками диффузно расположенного крапа.

На территориях, примыкающих к очагу осушения, наибольшие изменения испытывают заболоченные геосистемы. Так, на ровных пониженных участках, занятых торфяно- и торфянисто-глеевыми почвами, отмечается уплотнение торфяного горизонта и смена гидрофитов мезофитами. Степень реакции водораздельных участков под действием осушительной мелиорации незначительна.

Изучение пространственно-временных особенностей геосистем торфяных месторождений осуществлялось по материалам дистанционного зондирования, полученных с интервалом 10-15 лет. Сопоставление разновременных схем ландшафтно-индикационного дешифрирования аэро- и космических снимков территории Холопеничского болотного массива свидетельствует о значительных преобразованиях в геосистемах, вызванных осушительной мелиорацией и фрезерной торфодобычей (уничтожение естественной растительности, нивелирование микрорельефа, дефляция почв и др.).

СОВРЕМЕННЫЕ АГРОЛАНДШАФТЫ СЕВЕРНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ПРОЯВЛЕНИЯ ДЕФЛЯЦИИ И ЭРОЗИИ ПОЧВ

*Диденко В.И. (ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии
им. А.Н. Соколовского», Украина)*

Эрозионный смыв почв в районе Северной Степи Украины (далее ССУ) только при ливнях достигает 4,2 и более т/га в год. Вместе с тем, рядом с эрозионной опасностью здесь реально существует угроза дефляции. Так ежегодные потери от ветровой эрозии составляют в среднем от 5 до 15 т/га, если дальность защитного влияния лесополос (далее ЛП) рассчитывается для условий, при которых из зоны защиты может быть вынесено не более 2,5 т/га.

Известно, что лучшими относительно ветровой защиты есть ЛП продувной конструкции с оптимальной ажурностью 20–35 % (Смалько А.Я., 1961). Но ветровой режим в системе ЛП в разные периоды года – разный. Есть исследования о значительном снижении (в 1,3 – 2,5 раза и больше) ветрозащитных способностей полос в безлистном состоянии. Так, например, в 3-рядных тополевых ЛП десятилетнего возраста средняя по вертикальному профилю ветропроницаемость в облиственном состоянии – 25 %, а в безлистом она увеличивается до 76%. Таким образом, ветрозащитная эффективность ЛП не является постоянной величиной, а находится в постоянной динамике.

ЛП в районе наших исследований (Лозовской р-н Харьковской обл.) представлены в основном кленовыми породами (начало проектирования – 1947 г.). Со временем молодые побеги кленового семенного опада значительно «расширили» и уплотнили ЛП, превратив их в непродувные. Так, при высоте около 12 м, полезащитный эффект такой полосы действует только до 60 м ее заветренной стороны. Это подтверждено результатами исследований во время локального проявления пыльных бурь в апреле 1999 г.

Среднее межполосное расстояние в районе исследований, по нашим наблюдениям равно 600 – 800 м. Можно сделать выводы, что более 90 % распаханых дефляционно опасных площадей сегодня практически «беззащитные» перед эрозионными ветрами, относительно которых подобные ЛП и было запроектировано. Более того, непродувные ЛП провоцируют лавинный эффект, усиливая выдувание почвы на определенных участках, увеличивая скорость ветра на 30 % от предыдущего. Вместе с тем, рекомендуется основные ЛП размещать перпендикулярно преобладающим направлениям пыльных, суховейных и метелевых ветров, при их отклонении до 30°. Но преобладающие направления этих ветров, как отдельно взятых очень неустойчивые, что нередко приводит к противоречиям и ошибкам. Так, по нашим исследованиям, повторение только суховейных ветров за период апреля – октября наблюдается в достаточно различных румбах. В районе Лозовой такие различия достигают 62 %. Учитывая необходимость проектирования ЛП на склонах, где имеют место и эрозионные процессы, возникает еще больше противоречий. Так в Лозовском районе водосборный бассейн р. Орель вытянулся в западном направлении, а бассейн р. Бритай в восточном. На распаханых склонах, в основном северной и южной экспозиции, размещена современная сеть ЛП. Как правило, защитные полосы ориентированы перпендикулярно пыльным

восточным ветрам, то есть вдоль склонов. А это в свою очередь приводит к целому ряду нежелательных явлений. Так зимой – это почти полностью оголенные от снега межполосные расстояния полей, когда в самих ЛП накапливаются его огромные сугробы. В период таяния снега нередко происходит локальный смыв и размыв почвы, вымокают озимые, задерживаются полевые весенние работы.

Как одно из оптимальных решений проектирования агроландшафтов в условиях проявления эрозии и дефляции в зоне ССУ предлагается применить способ выращивания с/х культур на склонах, разработанный Всесоюзным НИИ земледелия и защиты почв от эрозии. Основой его есть расположение ЛП зигзагообразно, вдоль склона, приближенно к линиям горизонталей шириной до 200 м, с соотношением прямолинейных участков, которые выполняют так, чтобы соотношения смежных полос условно перекрывали одна другую вдоль склона. Создаются своеобразные замкнутые участки, где ветровые «коридоры» между полосами не имеют прямого просвета. Благодаря этому все направления ветра встречают на своем пути надежную механическую преграду. Прямолинейные участки зигзагообразных ЛП выполняют такой длины и под таким углом к горизонталям, при которых водные поверхностные потоки движутся по полосам с допустимой неразрывающей скоростью (используют известные соотношения между этими величинами для конкретных условий), а пологие кривые, что соединяют прямые участки, выполняют из расчета работы с/х агрегатов без огрехов с радиусом 30 – 60 м. В случае возникновения излишних водных потоков, они безопасно направляются вниз по склону, периодически изменяя направления движения влево – вправо по волнистым полосам зигзагообразно размещенных ЛП.

Придерживаясь соответствующих технических параметров полезащитная система полос будет обеспечивать влагонакопление и безопасный отвод стока (склон не должен превышать 0,5%). Размещение системы ЛП эффективно на расстоянии одна от другой 10 – 12 высот, что есть обобщенным опытом степного земледелия. Предлагается в роли ЛП одно-двухрядные полосы из высокоствольных пустокронных деревьев, уплотненных кустарником. При высокой мелиоративной и защитной эффективности эта конструкция значительно уменьшит площадь пахотных земель, что отводятся под посадку ЛП, а так же затраты на высадку и уход за саженцами. При этом проектирование почвозащитных агроландшафтов для обеспечения надежной защиты

почв от эрозии и дефляции должно четко отвечать климатическим, почвенным и геоморфологическим условиям региона.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ЭРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВ

Дубовик А.Э. (РУП “Институт почвоведения и агрохимии” НАН Беларуси)

Эрозионная устойчивость почв – это способность их противостоять разрушающему действию водного потока и дождевых капель.

В научной литературе известно множество подходов и методов для ее определения. Большинство из них связано с анализом различных свойств, непосредственно влияющих на устойчивость почвы к размыву или смыву. Противозэрозионная стойкость является величиной обратно пропорциональной эродированности, поэтому можно говорить об использовании подобных методов для определения этих величин.

В эрозиоведении чаще всего используется четыре группы методов: сравнительно-географические, лабораторно-аналитические, стационарные и методы моделирования. Каждая группа включает в себя результаты исследований, проведенные различными авторами при изучении противозэрозионной стойкости почв. Одновременно используются также методы сопряженных наук, таких как гидрология, геоморфология, геофизика, агрохимия и др.

Сравнительно-географические методы дают возможность оценить проявление эрозионных процессов в различных почвенно-климатических условиях. При этом учитывается структура почвенного покрова, удельный вес эродированных почв и интенсивность эрозионных процессов. В основу положены маршрутные исследования.

Лабораторно-аналитические методы позволяют определять эрозионную устойчивость по одному или нескольким свойствам, выделенным как основные. Чаще всего это водопрочность агрегатов, водопроницаемость почвы, гранулометрический состав и содержание гумуса. В основе этой группы методов лежит выполнение анализов и лабораторных экспериментов.

Стационарные методы рассматривают проявление эрозионных процессов в специально созданных условиях полевых стационаров.

С помощью методов моделирования осуществляется построение расчетных моделей, на основе анализа результатов, полученных в ходе проведения полевых и лабораторных опытов.

Сравнительно-географические и стационарные обычно относят к прямым методам, а лабораторно-аналитические и методы моделирования – к косвенным.

Наиболее хорошо разработаны и широко применяются стационарные и лабораторно-аналитические методы. Среди стационарных выделяются методы искусственного дождевания и стоковых площадок, которые чаще используются в исследованиях.

Метод искусственного дождевания состоит в обработке почвы струйно-капельной дождевальной установкой со свободным падением капель. Получаемые при этом характеристики впитывающей способности и смыва почвы могут быть мерой эрозионной устойчивости или смываемости. Величина интенсивности впитывания (K_0) характеризует определенный коэффициент фильтрации верхнего слоя почвы и является наиболее устойчивым показателем впитывающей способности почвы. K_0 растет по мере возрастания интенсивности осадков, но при интенсивности, равной 2-3 мм/мин, перестает оказывать влияние. Обобщающей характеристикой противозэрозионной стойкости почвы является расход наносов в г/с (R_0) с 1 м ширины склона в условиях квазиустановившегося режима:

$$R_0 = 0,0167 (i_0 - k_0) p_0 = 0,0167 h_0 p_0$$

где i_0 – интенсивность искусственного дождя в заключительную фазу опыта, $i_0 = 2,5$ мм/мин;

k_0 – установившаяся интенсивность впитывания мм/мин;

p_0 – средняя мутность стока (г/л) в течение последних 10 мин опыта;

h_0 – средняя интенсивность стока в течение этого времени, мм/мин.

Из лабораторно-аналитических методов широко используется метод гидравлических лотков, разработанный Гуссаком. Конструктивно, гидравлический лоток представляет собой устройство с переменным уклоном высотой 20 см, шириной рабочей части 15 см и длиной 210 см. Глубина потока в лотке поддерживается постоянной и имеет значение примерно 2 см. В средней части русла вмонтирована камера, в которую вставляется кассета с исследуемым образцом. Во время

опыта вода сбрасывается через верхнюю часть стенки бака-отстойника. В опыте определяется величина донной размывающей скорости для каждой конкретно взятой почвы.

Большое значение приобретают методы моделирования. Следует отметить, что большинство разработанных методов имеет какие-либо ограничения для применения, так как противоэрозионная стойкость является показателем интегральным. Как бы ни было мало в настоящее время значение сравнительно-географических методов, но без проведения полевых исследований и отбора образцов невозможна правильная оценка величины противоэрозионной стойкости почв.

ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ БАСЕЙНОВОЙ ЭРОЗИИ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Ермолаев О.П. (Казанский государственный университет)

Картографирование проводилось в пределах следующих субъектов РФ: Чувашии, Татарстана, Марий-Эл и Ульяновской области. Несмотря на хорошую изученность этой территории Среднего Поволжья в отношении эрозии, до настоящего времени не было опубликовано карт эрозионного расчленения, соответствующих региональному уровню генерализации. Имеющиеся по отдельным республикам и областям карты составлены по разным легендам с использованием не сближающихся между собой интервалов расчленения, что значительно затрудняет обобщение материалов.

Поиск пространственных закономерностей развития эрозионных процессов, а также решение практических задач по разработке территориальных схем противоэрозионных мероприятий, невозможен без картографического представления изучаемого природного феномена.

Для количественной оценки бассейновой эрозии использовалось несколько показателей. Это было обусловлено различными представлениями исходного материала по эрозии. Все данные привязывались к бассейнам рек 2 – 3-го порядка. Сетка бассейнов (3331 бас.) была векторизована, что в последующем позволило создавать различные варианты электронных карт эрозионного районирования.

Показатели почвенной эрозии (ЭП). В границах бассейна определялась площадь (в км²), занимаемая каждой категорией смытых почв. Данные по ЭП заносились в электронную базу данных. В каждом бассейне определена также доля площадей, соответствующая каждой ка-

тегории смытых почв от площади сельскохозяйственных угодий. Сумма долей слабо, средне и сильно смытых почв давала интегральный показатель площадного развития ЭП в данном бассейне. Между тем проведенный анализ свидетельствует о нецелесообразности непосредственного использования долей суммарной эродированности при районировании и, особенно, при количественной оценке факторов почвенной эрозии. Обусловлено это тем, что при таком подходе практически невозможно адекватно отобразить интенсивность смыва почв при одних и тех же значениях суммарной эродированности.

В связи с вышесказанным для оценки почвенной эрозии в бассейнах нами предлагается другой показатель, отражающий не только площадь пораженных эрозией земель, но и интенсивность процесса.

Весовые коэффициенты для почв различных категорий смытости подбирались на основе детального анализа снижения запасов гумуса (в т/га) и процентного содержания гумуса в пахотных горизонтах наиболее распространенных на территории исследования почв (дерново-подзолистых, светло-серых, серых, темно-серых лесных и черноземов) с учетом их гранулометрического состава.

Анализ этой информации позволяет считать, что интенсивность почвенной эрозии в направлении от слабо, к средне, и сильно смытым категориям изменяется в соотношении: 1: 3: 5.

Итоговый показатель, в дальнейшем использовавшийся для количественной оценки почвенной эрозии в речных бассейнах, принял следующий вид:

$$\text{ЭП} = ((P_1 + 3 \cdot P_2 + 5 \cdot P_3) / P_{\text{сз}})^{1/2},$$

где P_1 , P_2 , P_3 – соответственно площади слабо, средне и сильно смытых почв, км²; $P_{\text{сз}}$ – площади сельскохозяйственных земель, км².

Показатель бассейновой эрозии (БЭ) был сконструирован на основе данных по эрозии почв и густоте овражного расчленения. В итоге данный показатель принял вид:

$$\text{БЭ} = ((P_1 + 3 \cdot P_2 + 5 \cdot P_3) / P_{\text{сз}}) + 0,3 \cdot \Gamma_0)^{1/2} \text{ или } \text{БЭ} = (\text{ЭП} + 0,3 \cdot \Gamma_0)^{1/2},$$

где ЭП – почвенная эрозия; Γ_0 – густота овражной эрозии (км/км²); 0,3 – весовой коэффициент, имеющий размерность в км.

На наш взгляд, этот показатель правомерно использовать при количественной оценке БЭ, поскольку он отражает практически весь спектр эрозионных процессов, происходящих на склонах речных бассейнов.

Действительно, ЭП доминирует на пашне, расположенной выше бровок овражных систем, где почвенный покров подвергается разрушению микроручейковой и промоинной эрозии. При этом слабо смытые почвы формируются под воздействием главным образом микроручейковой эрозии, средне смытые – микроручейковой и промоинной, сильно смытые – промоинной. Густота же оврагов служит надежной характеристикой интенсивности овражной эрозии в бассейне.

По всей выборке, где присутствуют сельхозугодья (3269 бас.), наблюдается явное преобладание слабо смытых почв. В среднем их доля в Среднем Поволжье составляет 27 %, тогда как на долю средне и сильно смытых приходится соответственно 6,6 и 0,7 %. В то же время необходимо отметить чрезвычайно большую неравномерность пространственного и внутрибассейнового распространения эродированных почв. Например, слабо смытые разности в бассейне могут занимать 0 % до 100 % территории, средне смытые – до 99 %, сильно смытые – до 80,5 %.

В соответствии со значениями баллов вся территория по интенсивности развития почвенной эрозии была разбита на следующие категории типологических районов: 1) с отсутствием сельхозугодий; 2) очень слабой (0,0); 3) слабой (0,0 – 0,5); 4) умеренной (0,5 – 1,0); 5) сильной (1,0 – 1,5) и 6) очень сильной (>1,5) эрозии. Получена электронная векторная карта районирования.

Карта районирования процессов бассейновой эрозии составлена на основе материалов по интенсивности почвенной и овражной эрозии, оцененной в баллах. Минимальный балл равен нулю, максимальный – 2,03 балла. На карте по интенсивности бассейновой эрозии выделяются следующие группы районов: 1) спорадической (0,0); 2) очень слабой (0,0 – 0,3); 3) слабой (0,3 – 0,6); 4) умеренной (0,6 – 0,9); 5) сильной (0,9 – 1,2); 6) очень сильной (1,2 – 2,05) эрозии.

Сформированная геоинформационная база данных позволила также получить для этого крупного региона России целый ряд среднемасштабных тематических эрозионных карт: густоты балочного расчленения, долинного (речного), овражного расчленения, суммарной густоты гидрографической сети, распространения категорий эродированных почв, карты районирования почвенной и бассейновой эрозии в крупных бассейнах Среднего Поволжья.

Создан также комплект электронных векторных карт (их более 50), в том числе полученных на основе метода искусственных нейронных сетей, отражающих природные и антропогенные условия развития

бассейновой эрозии. Эти карты затем были скомпонованы в тематический научно-справочный электронный атлас: "Эрозия в бассейновых геосистемах Среднего Поволжья".

ВЛИЯНИЕ ЭРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПОЧВЕННУЮ ДЕГРАДАЦИЮ

Жилко В.В., Жукова И.И., Юхновец А.В.

(РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)

В Республике Беларусь по данным II тура почвенно-геоботанических исследований эродированные и эрозионноопасные земли занимают более 2 млн. га., в том числе подверженные эрозии около 10 %, эрозионноопасные – около 40 %. Ежегодно с обрабатываемых земель в республике выносятся от 0,1 до 100 т/га почвы, при этом теряется с жидким стоком и выдувается ветром до 250 кг/га гумуса, 20 – азота, 15 кг/га – фосфора и калия.

Наряду с разрушением в основном гумусового горизонта и смывом элементов питания, ухудшения водно-физических и агрохимических свойств (табл. 1 и 2), снижается продуктивность возделываемых культур на этих почвах.

Средние недоборы урожаев зерновых культур в условиях республики составляют: на слабосмытых почвах –12 %, среднесмытых – 28 %, сильносмытых – 40 %; пропашных культур – 20, 40, 60 %, льна – 15,34,50 % и многолетних трав – 5,18,30 %.

Развитие эрозионных процессов обусловлено многими факторами деятельности человека, однако, наибольшее влияние оказывает сельскохозяйственное производство, т. к. оно имеет место на больших территориях и способствует нарушению растительного покрова, уменьшению органического вещества, особенно при интенсивном воздействии на почву посредством многочисленных обработок, тяжелыми и скоростными орудиями, а также при возделывании культур слабо адаптированных к местным условиям и многих других факторах.

Каждая сельхозкультура в силу своих возможностей и технологии возделывания, по разному защищает почву от эрозии. Так, многолетние травы и озимые культуры обладают наибольшей противоэрозионной способностью, так как они защищают почву в наиболее эрозионноопасные периоды весной и осенью. Яровые зерновые и однолетние травы по эффективности относятся к группе среднезащищающих, про-

пашные культуры – к группе с низкой почвозащитной эффективностью.

По многолетним данным наших исследований коэффициент почвозащитной способности многолетних трав второго и третьего годов использования равен – 0,98, первого года – 0,92, озимых зерновых культур – 0,92, яровых зерновых, зернобобовых и однолетних трав – 0,36, пропашных культур – 0,08-0,1.

Наши исследования на примере возделывания длительной бесменной культуры галеги восточной, кормового севооборота и промежуточных культур на дерново-подзолистых эродированных почвах, развивающихся на лессовидных суглинках подтверждают, что эродированные почвы на склоновых землях характеризуются меньшим плодородием и производительной способностью по сравнению с незэродированными почвами.

Таблица 1

Изменение запасов усвояемой влаги дерново-подзолистых пылевато-легкосуглинистых почв, подверженных эрозии

Степень смывистости почв	Средняя полевая влажность	Коэффициент устойчивого завядания	Общий запас влаги	Неусвояемая влага	Продуктивная (усвояемая) влага
	в объемн. %		в м ³ /га		
<i>несмытая</i>	19,16	4,27	383,2	85,4	297,0
<i>слабосмытая</i>	16,43	4,17	328,6	83,4	245,2
<i>среднесмытая</i>	18,21	4,73	364,2	94,6	269,6
<i>сильносмытая</i>	14,83	6,61	296,6	132,2	164,4
<i>намытая</i>	20,45	4,55	409,0	91,0	318,0

Таблица 2

Запасы гумуса в дерново-подзолистых пылевато-легкосуглинистых почвах, подверженных эрозии

Степень смывистости почв	Запасы гумуса, т/га		
	в слое почвы 0-20см	в слое почвы 0-50см	в слое почвы 0-10см
<i>несмытая</i>	46,0	65,8	86,8
<i>слабосмытая</i>	33,2	48,5	74,0
<i>среднесмытая</i>	32,8	49,3	64,8
<i>сильносмытая</i>	19,8	32,4	43,4
<i>намытая</i>	41,6	100,1	187,6

Опыт заложен на стационаре «Стоковые площадки» экспериментальной базы «Курасовщина» Минского района по геоморфологиче-

скому профилю (катене), на водораздельной равнине расположены незэродированные почвы, в верхней части склона – слабоэродированные, в средней части – среднеэродированные почвы и в нижней части – глееватая намывная почва, для установления устойчивости почвы к эрозии в плодосменном севообороте методом структурно-агрегатного анализа.

Многолетнее возделывание галеги восточной способствовало более интенсивному оструктуриванию пахотного слоя почвы. На не подверженной эрозии почве, содержание агрономически ценных агрегатов (фракций размером 10,0-0,25 мм) и коэффициент структурности составили соответственно 35,8 % и 0,56, тогда как при бессменном возделывании галеги восточной (около 10 лет) – 52,8 и 10,0, т.е. возросли в полтора раза. Аналогичная закономерность проявлялась и на эродированных почвах.

Возделывание галеги восточной приводило также к улучшению показателей, определяющих противозэрозионную устойчивость почвы, т.к. возросли содержание водопрочных агрегатов с 38,89- 42,04 до 48,15-53,24 %, их средневзвешенный диаметр с 0,52-0,63 до 0,69-0,84 мм, а также коэффициент водоустойчивости – с 0,41-0,46 до 0,51-0,59 на среднеэродированных почвах.

Степень эродированности почв оказывала влияние также и на продуктивность возделываемых культур. Учет урожая галеги восточной показал, что наибольшая продуктивность ее была на незэродированной почве и составила 897 ц/га зеленой массы, на слабоэродированных почвах урожайность уменьшилась на 94,1 ц/га и на среднеэродированных – на 156,4 ц/га.

Урожайность однолетних трав и редьки масляной, высеваемой поукосно также снижалась по мере увеличения подверженности почв эрозии. На незэродированной почве зеленая масса однолетних трав составила 620 ц/га, на слабо- и на среднеэродированных почвах – соответственно 456 и 388 ц/га, а редьки масличной 503,0 , 409,0 и 265,0 ц/га.

Галега восточная в меньшей мере по продуктивности реагировала на степень эродированности. По сравнению с незэродированными почвами снижение урожая на слабоэродированной почве составило 94,1 ц/га или 11 %, на среднеэродированной – 156,4 ц/га или 18 %.

Культуры кормового севооборота снижали урожай на эродированных почвах соответственно на 23 и 24 %.

Вышеизложенное показывает возможность сельскохозяйственных культур защищать почву от эрозии, которые по разному, но всегда препятствуют ее проявлению, чем повышают плодородие почв и уменьшают деградацию.

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ В СОЛИГОРСКОМ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОМ РАЙОНЕ (ГПР) И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Жумарь П.В. (Белорусский государственный университет)

На территории Солигорского ГПР были отмечены следующие экзодинамические процессы, способствующих деградации почв: эрозия, дефляция, переувлажнение, заболачивание, засоление и др. (см. табл.). Эрозия подразделялась по доле пораженных площадей на сильную (более 60 %), среднюю (30–60 %) и слабую (менее 30 %). Для остальных процессов фиксировался сам факт их развития.

Эрозия развивается на площади 279, 85 км². Эрозионным процессам подвергаются дерново-подзолистые почвы, которые являются преобладающими на территории Солигорского ГПР. Указанные почвы сформировались преимущественно в пределах холмисто-западных плоских и пологоволнистых равнин. В северной части они образуют практически непрерывный пояс, протянувшийся с запада на восток. Около 73 % от всей площади этих почв составляют сильно оподзоленные почвы. Остальная часть занята слабо оподзоленными почвами. Почвы, сформировавшиеся на моренных, лессовидных и водно-ледниковых суглинках занимают 299,69 км² (69,86 %). Распространены практически повсеместно. Супесчаные породы, преимущественно водно-ледниковые занимают 15,19 % почв данного типа. Преобладает (164,45 км²). В основном это почвы сильно- и среднеоподзоленные. Площадь слабо- и сильноэродированных почв в 2–2,5 раза меньше и составляет соответственно 61,29 и 54,11 км². В обоих случаях преобладают слабооподзоленные почвы, развитые на моренных суглинках, доля которых соответственно составляет 68,27 и 68,05 %. Остальная часть приходится на сильно- и среднеоподзоленные почвы.

Дефляция развита на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах, главным образом по периферии населенных

пунктов. Площадь дефлированных почв составляет в общей сложности 7,14 км².

Почвы, в пределах, которых отмечается *переувлажнение и заболачивание* занимают площадь 59,09 км². Данные процессы в основном связаны с техногенными просадками над отработанными шахтными полями. В основном им подвержены дерново-подзолистые слабоподзоленные почвы с временным избыточным увлажнением, дерново-глеевые и дерново-глееватые. Почвы этой группы, подстилаемые моренными, водно-ледниковыми и лессовидными суглинками, встречаются на севере ГПР и составляют 1,8 % всей их площади. В южной части исследуемой территории они подстилаются водно-ледниковыми и аллювиальными супесями и песками. Основной массив этих почв приурочен к ландшафтам полесского типа. Более половины этих почв распаханно (59,6 %). Более 70 % из них не подвергалась заболачиванию до начала эксплуатации месторождения. Доли дерново-глеевых, дерново-глееватых почв составляют соответственно 4,8 и 19,88 %.

На осушенных торфяных и торфяно-глеевых почвах происходит *деградация (сработка) торфяной залежи*. Площадь данного типа составляет 131,2 км². В пределах ГПР они распространены преимущественно на юго-западе, где образуют сплошной ареал, охватывающий площадь 112,96 км² (86,1 %). В правобережной части почвы данного типа представлены в меньшей степени. Там они занимают 9,94 % территории и встречаются фрагментарно. На севере их можно встретить лишь по берегам рек Случь и Сивельга. Маломощных торфяных почв насчитывается 23,58 %, остальные относятся к мощным торфяникам. Процесс деградации протекает на площади 61,64 км², который особенно активен на пахотных и пастбищных землях.

Засоление почв легкорастворимыми минеральными соединениями, преимущественно хлоридами калия и натрия, происходит на землях, прилегающих к местам складирования отходов и непосредственно к производственным площадкам ПО "Беларуськалий" на расстоянии 4–7 км. Данный процесс вызван выпадением на почву из атмосферы хлоридной пыли, образующейся на калийных предприятиях и в результате денудации солеотвалов. Площадь засоленных почв составляет 56,41 км², из которых 90,85 % приходятся на дерново-подзолистые сильно- и среднеподзоленные почвы.

Почвы, подверженные прочим деградационным процессам, распространены на территории ГПР фрагментарно и суммарная их площадь составляет 17,15 км².

Общая площадь почв, подверженных деградации составляет 481,28 км². В ряде имеет место совместное проявление нескольких деградационных процессов на одной и той же почве. В основном от них страдают пахотные земли на минеральных почвах.

ПОЖАРЫ КАК ФАКТОР ДЕГРАДАЦИИ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Зайдельман Ф.Р. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Современная экологическая обстановка в таёжной зоне России в последние десятилетия в значительной мере определяется систематическими пожарами на торфяных болотах. Особенно опасной оказывается эта ситуация на осушенных болотах, где возможно полное выгорание торфа до минерального дна. В результате на поверхность выходят подстилающие породы с низким естественным плодородием. Наиболее опасной эта ситуация оказывается в полесьях - обширных древнеаллювиальных и флювиогляциальных песчано-супесчаных низменностях, поскольку здесь осушенные торфяные почвы подстилаются практически бесплодным кварцевым песком.

Пожары формируют разнообразную структуру пирогенных образований, возникающих после сгорания осушенных торфяных почв. Эти образования различаются по своим свойствам, плодородию и возможностям последующего вовлечения в сельскохозяйственное производство.

Нами установлено наличие пяти видов контрастных по своим свойствам пирогенных образований, возникающих на месте сгоревших осушенных болотных почв. Так, в ареалах относительно мощных торфяных почв, приуроченных к плакорам и депрессиям минерального дна болот, формируются пирогенно-перегонные образования. Они занимают до 40 % всей территории пожарища. Их поверхностные слои образованы относительно мощным слоем (до 12-16 см.) красноцветной щелочной золы. pH этого горизонта достигает 10-11. Поэтому в первый год такие образования оказываются неблагоприятным субстратом для поселения практически всех растений, несмотря на то, что их верхние слои отличаются высоким содержанием фосфора, калия, кальция и других элементов. Существенным обстоятельством, затрудняющим сельскохозяйственное использование таких образований, является вторичное заболачивание территории в результате резкого снижения гипсометрического уровня поверхности.

На повышениях минерального дна болот после пожаров возникают лишь маломощные зольные поверхностные аккумуляции. Это обусловлено незначительной изначальной мощностью торфа и активной ветровой эрозией поверхностного зольного горизонта. В этом случае формируются пирогенно-песчаные и песчаные образования. Наиболее высокие участки поверхности минерального дна болот после пожаров замещаются крупными контурами практически бесплодных оглеенных песков, лишённых зольного поверхностного слоя. Их контура длительное время не заселяются естественной растительностью. Площадь, занимаемая такими пирогенными образованиями, весьма значительна. Она составляет не менее 30-40 % всей территории.

Особый вид вторичных образований приурочен к участкам выгоревшей стволовой древесины в исходных ареалах древесных торфяных почв. Здесь под слоем древесины мощностью 10-20 см. залегает маломощный перегнойный горизонт. Такие образования были отнесены нами к группе пирогенно-древесных песчаных.

На небольших участках поверхности, преимущественно, вдоль трасс осушительных каналов после пожаров возникают пирогенно-торфяные образования. Их отличительной особенностью является наличие поверхностного «прокалённого» органогенного слоя. Он обладает высокой механической прочностью, гидрофобностью, повышенной твердостью и резко отличается от торфа более глубоких слоев, сохранивших исходную пластичность и способность к смачиванию.

Основная проблема восстановления плодородия таких земель связана, прежде всего, с необходимостью оптимизации их водного режима. Однако сложность решения этой проблемы обусловлена тем, что осушение вторично заболоченных пирогенных образований в условиях полесий вызовет дополнительное понижение уровня грунтовых вод на окружающих, сохранившихся после пожаров плодородных торфяных почвах. Это создаст опасную ситуацию дальнейшего распространения пожаров на прилегающих перспективных сельскохозяйственных массивах, образованных плодородными торфяными почвами, и их уничтожения.

Исходя из изложенного на современном этапе целесообразно длительное залужение пирогенно-перегнойных образований, обладающих относительно мощным плодородным слоем многолетними травами и их использование в качестве сенокосных угодий. Вместе с тем в условиях вегетационного опыта нами установлена низкая продуктивность пирогенно-песчаных и песчаных образований. Это обстоятельство де-

лает весьма проблематичной перспективу их сельскохозяйственного использования. Закрепление и окультуривание территорий, занятых песчаными образованиями, следует осуществлять путём посадки сосны или других древесных растений, устойчивых к олиготрофным условиям.

КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ И ПРОГНОЗНЫХ ДЛИН СКЛОНОВ ЭРОЗИОННОЙ СЕТИ

Зорина Е.Ф., Никольская И.И., Прохорова С.Д.

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Оврагообразование – один из опасных природно-техногенных процессов. Его влияние на хозяйственную жизнь регионов не ограничивается периодом активного развития оврагов, их появления, быстрого линейного роста, углубления и увеличения площади. После завершения оврагообразовательного процесса овражно-балочные системы могут практически полностью расчленить водоразделы.

Вместе с тем овраги – это лишь одна из форм линейных эрозионных врезов. Общее представление о расчлененности территории дает суммарная протяженность линейных эрозионных форм: рек, суходолов, балок, оврагов. Показатель расчлененности рассчитывается как отношение суммарной протяженности эрозионных форм к площади. Со степенью расчлененности непосредственно связана средняя длина склонов эрозионной сети.

Для лесостепной зоны характерны короткие склоны и сочетание максимальной густоты овражно-балочной и лощинно-суходольной сети, а также значительная по сравнению со степной и полупустынной зонами густоты русловой сети. В степной зоне при уменьшении густоты речной сети относительно короткие склоны связаны преимущественно с развитием овражно-балочной и лощинно-суходольной сети. Небольшая длина склонов в лесной зоне обусловлена в основном максимальной густотой речной сети.

Густота эрозионной сети варьирует в широких пределах как для одних и тех же зональных условий, так и при одинаковых азональных характеристиках, таких как глубина базисов эрозии, длина склонов. Во многом это связано с тем, что развитие верхнего звена сети, в частности, оврагов определяется комплексом параметров, связанных с особенностями антропогенного воздействия.

Представляет интерес и анализ изменения состояния земель для условий реализации потенциала овражной эрозии (прогноза густоты овражной сети) как природно-техногенного процесса, вызванного к жизни антропогенным воздействием. Расчет прогнозной густоты овражной сети выполнен с учетом таких основных показателей как расходы ливневого и талого стока, скорости потоков, размываемость грунтов, глубины базисов эрозии и др.

Если оценить конкретные природные объекты со сравнительно близкими гидроморфометрическими характеристиками склонов эрозионной сети по единому показателю – "средней длине склона", то разброс показателей может быть значительным. По мере реализации природного потенциала различия внутри единого природного комплекса будут все больше нивелироваться; различия между регионами с различными - природными комплексами – увеличатся.

В контурах карт современной и прогнозной суммарной густоты эрозионной сети была рассчитана средняя длина склонов и составлены соответствующие карты. Приняты следующие градации, км: 0-0,15; 0,016-0,3; 0,31-0,5; 0,51-0,8; 0,81-1,25; 1,26-2,5; 2,6-5,0

Анализ обеих карт показал, что современные длины склонов эрозионной сети варьируют на территории Европейской части России от 0,15 до 5,0 км, прогнозные – от 0,08 до 5,0 км. Варьирование по территории этого показателя преимущественно связано с азональными факторами.

Карты современных и прогнозных длин склонов эрозионной сети дают информацию о характере распределения по территории Европейской России склонов различной длины и прогнозе развития овражной эрозии в различных регионах. Представленные карты наглядно демонстрируют тот ущерб, который способно нанести оврагообразование земельному фонду страны. Средняя длина склонов во многом определяет состояние земельных ресурсов регионов, поскольку является функцией расчленения склонов сетью эрозионных врезов. От степени расчлененности склонов зависит нарушение сложившихся контуров полевых угодий и потери при этом пахотных площадей, которые в 3-5 раз превышают площади непосредственно оврагов, а также изменение протяженности линий стока и времени его добегания, что при определенных условиях повышает дренаж и иссушает почвы. При трансформации оврагов из узких "ножей", прорезающих склоновые земли, в развивающиеся эрозионные формы, происходит изменение уклонов, увеличение смыва с полевых угодий, снижение плодородия почв. Ко-

роткие склоны значительно усложняют прокладку всех видов коммуникаций от дорожного строительства до трубопроводов и линий электропередач, а также все виды хозяйственных работ.

АГРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЕТ РОССИИ

Иванова Н.Н. (Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова)

В результате длительного агрогенного воздействия (300-500 и более лет), сопровождавшегося развитием процессов водной эрозии почв в лесостепной зоне ЕТ России, произошли изменения исходного почвенного покрова. Причем эти изменения затронули не только распаханные склоны междуречий, непосредственно подвергающиеся техногенному воздействию, но и сопряженные с ними геокомплексы днищ малых долин и их склонов.

Наиболее типичным примером локальной геосистемы в условиях долинно-балочного рельефа является малый водосбор. Исследования процессов эрозии и аккумуляции, их интенсивности и пространственного распределения позволяют оценить степень трансформации почвенных профилей различных элементов геосистемы.

Генетический профиль ненарушенной почвы может рассматриваться как матрица - закономерной организованная система, взаимосвязь между элементами которой обусловлена исключительно природными факторами. Техногенное (в частности, земледельческое) воздействие на почвы приводит к различным степеням разупорядочивания этой матрицы.

Степень трансформации исходного почвенного покрова зависит от длительности агрогенного воздействия и особенностей проявления процессов эрозии-аккумуляции, интенсивность которых неодинакова на различных элементах рельефа водосбора. В пределах распахиваемых склонов междуречий основными факторами изменения почв является механическая обработка, процессы смыва и аккумуляции. При средней глубине вспашки 25-30 см в районах распространения черноземных почв непосредственному воздействию подвергается горизонт А, а нижележащие горизонты почвенного профиля испытывают опосредованное воздействие в виде уплотнения при использовании тяжелой техники и т.д. Только в том случае, когда интенсивный смыв при-

водит к частичному или полному редуцированию верхнего горизонта, нижележащие части почвенного профиля начинают подвергаться трансформации.

Значимым фактором трансформации почвенного профиля является и аккумуляция смытого с пашни материала. В том случае, когда намыв почв отмечается в нижних частях склонов в пределах пашни, трансформация почвенного профиля заключается в увеличении мощности гумусовых горизонтов за счет отложения поступающего с вышележащего склона гумусированного материала. При однородности почвенного покрова пашни количественно оценить мощность аккумуляции достаточно сложно, т.к. морфологически намытая толща мало отличается от верхних горизонтов почвы *in-situ*. В этом случае на помощь приходят радиоизотопные методы, позволяющие точно определить границу толщи наносов, отложившихся после 1954 г. Так, в балках северо-западной части Среднерусской возвышенности на приустьевых участках расчленяющих пашню ложбин суммарная мощность гумусовых и намытых горизонтов составляет 130-140 см при средних значениях А+АВ приводораздельных склонов 60-70 см.

Нижние задернованные части балочных склонов характеризуются различными сочетаниями намытых, смыто-намытых и неизмененных почв в зависимости от наличия и интенсивности поступления наносов с пашни и характера изменения контуров полей в течение периода земледельческого освоения. Так, в балках бассейна р. Савалы (лесостепная часть Окско-Донской низменности) на ныне задернованных участках прибалочных склонов, которые ранее подвергались распашке, в разрезах на остатках редуцированного эрозией горизонта А или на поверхности горизонта АВ залегают толщи гумусированных наносов, верхние 25-50 см которых отложились не ранее 1954 г. (по данным анализов на содержание изотопа ^{137}Cs). В балках бассейна р. Локны (Тульская область) в почвенных профилях задернованных нераспахиваемых прибалочных склонов изотопный анализ дает аккумуляцию после 1954 г. в пределах 15-20 см, при этом общая мощность аккумулятивной толщи может достигать 60 см. В случае наличия в пределах пашни ложбин, продолжающихся на задернованных прибалочных склонах, только "цезиевые" наносы в их тальвегах составляют 40 см и более.

Основными факторами трансформации почвенного покрова днищ малых долин является как непосредственное воздействие в виде выведения верхних горизонтов исходного почвенного профиля с дневной

поверхности из-за погребения под толщей поступающих с распаханых склонов наносов, так и опосредованное, через изменение водного режима различных элементов днища. Мощность аккумулятивных слоев может быть различной в зависимости от интенсивности смыва на пашне и режима стока наносов в самом днище. Величины "цезиевой" аккумуляции в днищах балок бассейна Локны варьируют от 40 до 60 см, при этом общая мощность слоя наносов, залегающих на погребенной почве, может достигать 180 см. Таким образом, существовавшие в естественных условиях почвы хотя и не уничтожены, но в результате погребения включены в аккумулятивную толщу в качестве одного из элементов субстрата, на котором формируется новая почва, соответствующая изменившимся условиям.

Таким образом, исследования в балочных системах лесостепной зоны европейской территории России показали, что значимым фактором агрогенной трансформации почв в сопряженных ландшафтах являются процессы водной эрозии и аккумуляции продуктов смыва. При этом наибольшая степень нарушения исходных почвенных профилей характерна для почв на подчиненных ландшафтных позициях - бортах и днищах долинно-балочной сети.

ЭРОЗИОННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ РОССИИ

Кирюхина З.П., Пацукевич З.В.

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

При планировании почвозащитных мероприятий наиболее актуальна количественная оценка интенсивности смыва почв. Такая работа выполнена в НИ лаборатории эрозии почв и русловых процессов географического факультета МГУ, в результате чего была составлена «Карта эрозионноопасных земель России» (м. 1:1 500 000) и экспликация распределения земель по интенсивности смыва по всем субъектам федерации. Основным критерий выделения эрозионноопасных земель - величина допустимого смыва, рассчитанная нами для основных пахотных почв земледельческой зоны России. К эрозионноопасным отнесены земли, где расчетные величины смыва превышают их допустимые значения, и такие почвы занимают 30 % площади пашни России.

Максимальная доля эрозионноопасной пашни России сосредоточена на европейской территории - 78.4 %. Это практически треть всех пахотных земель региона. Основные массивы пахотных земель расположены в лесостепной и степной зонах, где распаханность территории

достигает 70-80 %. Здесь более половины земель эрозионноопасны, а долевое участие последних в структуре эрозионноопасных земель *всей страны* также не превышает 50 %. Интенсивность смыва колеблется от 0.5 до 80 т/га в год, составляя в среднем 4 –5 т/га. Преобладают земли с интенсивностью смыва ниже 5 т/га в год. Наиболее опасны в эрозионном отношении пахотные земли Средне-Русской возвышенности, предгорных районов северного Кавказа и Урала, где интенсивность смыва колеблется в пределах 20-30 т/га в год. На горных пашнях среднегодовые темпы смыва достигают 80-100 т/га.

Велика доля эрозионноопасных земель в лесной зоне (более 60 % площади пашни или треть всех эрозионноопасных земель страны), где при доминировании почв низкой противозерозной устойчивости под пашню освоены, как правило, наиболее дренированные склоновые земли с высокими значениями эрозионных индексов рельефа. Среднегодовая интенсивность смыва колеблется от 1-2 до 40 и более т/га, составляя в среднем 7-8 т/га в год. Преобладают почвы с величиной смыва до 5 т/га, а более высокие темпы смыва (> 20 т/га в год) приурочены к возвышенным территориям.

В азиатской части располагается немногим более 20 % эрозионноопасных земель страны, однако их долевое участие в структуре пахотных земель регионов весьма значительно. Приурочены они в основном к лесостепной и степной зонам, где сосредоточены основные массивы пашни. И хотя в лесной зоне эрозионноопасные земли занимают почти треть пашни, их доля в структуре эрозионноопасных земель России невелика (4-5 %). В целом по восточному региону доля эрозионноопасных земель и интенсивность смыва почв возрастают с запада на восток. Так, в Западной Сибири эрозионноопасны 10,4 % пашни, в Восточной –54 %, на Дальнем Востоке – 42 %.

Эрозия - это главный процесс, ведущий к истощению обрабатываемых земель в связи с выносом органического вещества, минеральных элементов питания растений с жидким и твердым стоком, ухудшением физико-химических и водно-физических свойств почв, возрастающих по мере усиления процессов смыва. Прежде всего, в эродированных почвах заметно падает содержание гумуса - на 5-25, 30-40 и 50-80 % соответственно степени смытости – от слабо- к сильносмытым, причем такое соотношение характерно как для дерново-подзолистых почв, так и относительно богатых черноземов. Однако абсолютные потери гумуса в черноземных почвах значительно больше. Так, в ЦЧЗ России среднегодовые потери гумуса с жидким и твердым стоком составляют

85 кг/га, а в многоводные годы возрастают до 130-280 кг/га. Даже в Нечерноземной зоне России при отвальной вспашке теряется ежегодно с 1 га в среднем от 30 до 227 кг гумуса, а в черноземной зоне - 139-343 кг.

Колоссальных масштабов достигают при поверхностном смыве почв потери минеральных элементов питания. На территории ЦЧЗ среднегодовые эрозионные потери азота, фосфора и калия с жидким и твердым стоком составляют соответственно 8,7, 4,5 и 50 кг/га, в многоводные годы - до 13-26, 7-15 и 77-170 кг/га, а в Нечерноземной зоне с 1 га пашни выносятся 3-21 кг азота, 2-9 фосфора, 24-88 -калия, а в черноземной зоне соответственно 7-19, 4-10 и 44-109 кг.

На основе общих эрозионных потерь почвы мы оценили вынос мелкозема при смыве путем умножения средней величины смыва на площадь пашни. Количество гумуса и минеральных элементов, вовлекаемых в поверхностный сток с продуктами эрозии, оценивалось по их среднему содержанию в пахотном слое почв, составляющих основной фонд пашни конкретного региона, и общим эрозионным потерям. Среднее содержание гумуса и минеральных компонентов в почвах рассчитано по литературным источникам, фондовым и собственным материалам. При этом исходили из того, что содержание их как в пахотном горизонте, так и в наносах примерно одинаковое.

По нашим данным, среднегодовой вынос мелкозема, гумуса и основных элементов питания растений из почв России колеблется в таких пределах: мелкозем – 4-5 т/га; N и P - 7-12 кг/га; K - 67-139; гумуса - 150-220 кг/га. Общий эрозионный вынос с пахотных земель страны составляет 570 млн. т мелкозема, 26,4 млн. т гумуса, 1,460 - азота, 1,100 - фосфора и 11,800 млн. т калия, 10-20 % которых может поступать в водоемы. Преобладающее количество смытого мелкозема (436 млн. т) приходится на европейскую территорию, где сосредоточено 70 % пашни. Эти данные вполне сопоставимы с приведенными выше литературными источниками. Зональные различия по твердому стоку невелики. Однако потери гумуса в лесостепной и степной зонах в 2- 2,5, азота - в 1,5- 2, а фосфора - в 1,3-1,6 раза выше по сравнению с лесной зоной. Масштабы потерь калия практически одинаковы.

Общий уровень эрозионных потерь плодородных почв мира приближается к 26 млрд. т в год. На этом фоне эрозионные потери пахотных почв России, составляющие немногим более 2 % потерь, представляются весьма умеренными, от чего однако проблема охраны почв России не представляется менее актуальной. Особенно с учетом воз-

можных ежегодных потерь гумуса и минеральных элементов питания растений, которые могут достигать более 40 млн. т.

ВЕТРОВАЯ И ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ

*Козина О.В., Ключникова Н.М., Славгородская Е.Н.
(Волгоградский государственный педагогический университет)*

Волгоградская агломерация расположена в пределах Приволжской возвышенности и Прикаспийской низменности, что обуславливает интенсивность и направленность рельефообразующих процессов, таких как овражная эрозия, оползни, суффозия, аккумуляция. Интенсивность развития эрозионных процессов обуславливает высокую степень расчлененности местности. Характерными формами рельефа являются овраги и балки, густо прорезающие городскую территорию. Наиболее значительной густотой эрозионной сети характеризуется северная и центральные части правобережья Волгоградской агломерации. Южная часть правобережья агломерации меньше эродирована.

На территории Волгоградской агломерации пыльные бури считаются обычным явлением. Наблюдаются они с апреля по сентябрь, но бывают не ежегодно, а в среднем 5-7 раз (в каждом месяце) в 10 лет. Наиболее интенсивные пыльные бури бывают в засушливые годы. Самая сильная пыльная буря в области наблюдалась с 30 апреля по 4 мая 1972 г., она продолжалась непрерывно в течение 75 часов. Скорость ветра при этом достигала 20–28 м/с (порывы до 30–35 м/с), дальность видимости ухудшалась до 500 м, а местами и до 50 м. В городе в эти дни приземный слой атмосферы был насыщен песком и пылью, которые проникали даже сквозь оконные рамы в помещения. Сильные восточные ветры были обусловлены мощным антициклоном над ЕЧР и Казахстаном с одной стороны и барической депрессией над Черным морем – с другой. Дополнительным фактором, обусловившим возникновение пыльной бури, была высокая температура воздуха, низкая влажность верхнего слоя почвы.

Однако при анализе интенсивности ветровой и водной эрозии недооценивается такая форма проявления природных процессов как пыльный поземок или перенос пыли (песка) непосредственно у земной поверхности, не выше 1–2 м и смыв верхнего слоя почвы с придорожных участков. При поземках образуются значительные скопления

пыли и мелкозема у кулис, в придорожных выемках, у отдельных растений, неровностей рельефа. В весенний период снеготаяния, дождевого и ливневого стока большое количество почвенного субстрата скапливается у придорожных кулис. В летний период, при высоких температурах и низкой влажности, большая часть мелкозема, песка и пыли скапливается на дорогах у тротуаров, вдоль стен жилых домов, у ограждений парков и т.д. При характерных метеорологических условиях (сильный ветер, низкая влажность и др.) с потоками воздуха все вышеперечисленные скопления поднимаются вверх, что является причиной запыленности приземного слоя атмосферы и ухудшения санитарно-гигиенического состояния городской среды.

Весной в период активного снеготаяния и стока талых вод по наклонным плоскостям придорожных участков, на дороги выносятся верхний слой почвенного субстрата. Данный процесс сильно влияет на разрушения верхнего почвенного слоя под посадками древесных пород вдоль дорог. У придорожных кулис в этот период накапливается большое количество вынесенного субстрата.

Проведенные исследования показывают, что в разных районах города количество накопившегося почвенного слоя различно. На это оказывает влияние состояние территорий придорожных посадок, наличие травянистого покрова, уклон поверхности и его ориентация, интенсивность транспортной нагрузки и другие причины. Как показали исследования, в районах с активным дорожным движением, количество смытого субстрата увеличивается, у кулис оно колеблется от 2-5 до 20-25 кг на 1 м². Этот процесс особенно активно происходит в местах, где наблюдается совпадение пиковых нагрузок дорожного движения с интенсивными ливневыми осадками. Здесь количество смытого субстрата достигает 25-30 кг/м². В центральной части города, где дорожное движение ограничено, территории занятые придорожными посадками благоустроены, количество смытого верхнего слоя почвы в такие периоды не превышает 1-2 кг/м².

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС И МОДЕЛИ ЭРОЗИИ WEPP

Котова М.М.

(Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского», Украина)

Эрозия от ливневого стока является одним из ведущих деградиционных процессов на Украине. Эффективным способом охраны почв от эрозии является создание эрозионно устойчивых агроландшафтов, базирующиеся на создании системы почвозащитно-мелиоративных мероприятий постоянного действия. При всех преимуществах такой методики, ее недостатком является то, что она не подразумевает проведения количественной оценки почвозащитной эффективности проекта обустройства агроландшафтной территории. Такую оценку можно получить путем прогноза с помощью модели эрозии эрозионной опасности, существующей на конкретной территории при условии реализации проекта ее почвозащитного обустройства. Рассмотрение ряда моделей эрозии, разработанных учеными как стран бывшего СНГ, так и зарубежными, показало, что, в силу ряда особенностей, одной из моделей, в наилучшей степени отвечающей поставленной задаче, является модель WEPP (Water Erosion Prediction Project), разработанная Национальной лабораторией эрозии почв США. Ряд исследований показал также применимость данной модели для условий Украины.

Автором предлагается способ применения модели эрозии WEPP для оценки противозэрозионной эффективности проекта почвоохранного обустройства территории, основанный на следующих принципах:

Оценка противозэрозионной эффективности проекта проводится одновременно для всей проектной территории, либо для ее отдельных стоко-независимых фрагментов, т.е. для фрагментов территории, которые не принимают сток от вышележащих фрагментов и не поставляют его нижележащим фрагментам.

В пределах каждого стоко-независимого фрагмента следует учитывать взаимосвязи между всеми элементами рельефа, которые получают или поставляют сток один другому.

Количественная оценка противозэрозионной эффективности проекта осуществляется методом прогнозирования с использованием математического моделирования.

Количественными показателями противозэрозионной эффективности выступают эрозионные потери почвы от эрозионно-опасного события (в нашем случае ливня), либо прогнозируемая интенсивность эрозии при этом событии.

Оценку почвозащитной эффективности проекта следует проводить путем имитации наиболее опасного для заданной территории эрозионного события заданной вероятности превышения.

Оценку противоэрозионной эффективности следует проводить для обустройства территории, существующего до внедрения проекта, для каждого проектного варианта ее обустройства, а также при внесении каких-либо изменений в проект.

Результаты оценки следует выдавать в картографическом представлении. При проектировании следует использовать современные компьютерные технологии ввода, обработки и визуализации информации, обеспечивая при этом максимально возможную автоматизацию на всех этапах подготовки проекта. Разработаны концептуальные и алгоритмические подходы реализации перечисленных принципов, а также осуществлена программная реализация системы для проведения для количественной оценки противоэрозионной эффективности проекта.

Для выполнения чертежей и хранения данных агроландшафтного проекта использовалась геоинформационная система векторного типа MapInfo Professional 5.0. В качестве расчетного инструмента для количественного прогноза эрозионных потерь использовалась модель WEPP. Организация интерфейса между данными проекта и моделью эрозии было выполнено в виде специализированной прикладной программы AutoWEPP, разработанной в среде MapBasic 4.0, и интегрированной непосредственно в ГИС MapInfo. Система AutoWEPP выполняет ряд функций по автоматизации процессов преобразования данных и управления потоками данных между ГИС и WEPP, управляет собственно процессом моделирования с помощью модели WEPP, а также содержит ряд функций для реализации интерфейса пользователя и автоматизации операций ввода/вывода данных, их верификации и отображения, генерации пакета проектной документации. Еще одной важной функцией системы является процедура построения карты прогноза эрозионной опасности, заключающееся в обработке текстово-цифровых данных результатов моделирования, формируемых моделью WEPP, и их представления в пространственно-распределенном виде с использованием алгоритмов регуляризации и пространственной интерполяции данных. Кроме функциональных модулей в состав системы AutoWEPP входит также блок данных, представляющий собой набор баз данных – справочников почв, климата и агротехники, информация из которых может как пополняться при выполнении отдельного проекта, так и повторно использоваться при разработке последующих проектов.

Работоспособность системы отлаживалась и проверялась с использованием данных конкретного проекта агроландшафтной органи-

зации Печенежского регионального ландшафтного парка «Печенежское поле» (Печенежский район Харьковской области, Украина), разработанной лабораторией эрозии почв Института почвоведения и агрохимии (Харьков, Украина). При оценке почвозащитной эффективности проекта была проведена оценка существующей в настоящее время эрозионной опасности на территории агроландшафтного парка, а также получена прогнозная количественная оценка эрозионной опасности при условии внедрения проекта. Оценка производилась в расчете на типичный для данной территории ливень 10 %-ной обеспеченности, что позволило оценить степень противоэрозионной защиты при возникновении наиболее опасного для Украины эрозионного события.

Применение методов количественной оценки противоэрозионной эффективности при разработке проектов обустройства агроландшафтных территорий позволяет исключить возможные ошибки еще на этапе проектирования. Использование в качестве расчетного инструмента физически обоснованной и апробированной математической модели эрозии обеспечивает необходимый уровень достоверности проекта. Программная реализация предложенных методов обеспечивает повышение эффективности работы разработчика проекта как на этапе разработки, так и в процессе выдачи проектной документации. Использование средств автоматизации расчетов, ввода информации, ее верификации и возможности повторного использования позволяет достаточно быстро рассмотреть, оценить и сопоставить несколько вариантов почвозащитного обустройства с целью выбора оптимального варианта. Построение пространственно распределенных карт прогноза эрозионной опасности обеспечивает наглядность и существенно облегчает процесс такого сопоставления. В перспективе разработанный подход количественной оценки и вариант его программной реализации может служить компонентом в составе специализированной системы автоматизированного проектирования агроландшафтов.

ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ РАСЧЕТНЫХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗА ИНТЕНСИВНОСТИ ЭРОЗИИ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ БРЯНСКО-БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Кузнецов М.С.¹, Черныш А.Ф.², Демидов В.В.³, Флесс А.Д.¹, Жукова А.И.⁴ (¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, ² Белорусский государственный университет, ³ Институт фундаментальных проблем биологии РАН, ⁴ РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)

В настоящее время для прогноза смыва почвы разработано достаточно большое количество эмпирических моделей. Однако наиболее теоретически и экспериментально проработанными являются следующие хорошо известные модели: ВНИИЗ и ЗПЭ, USLE и ГГИ.

Оценка эффективности вышеуказанных моделей была проведена путем сравнения данных, полученных сотрудниками РУП «Почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси на стационарных стоковых площадках в течение 17 лет. Общий объем наблюдений составил для талого – 31, а дождевого – 26 площадко-лет.

Сопоставление величины среднемноголетнего талого смыва, полученного расчетными методами по моделям показало следующее. Расчетные данные, полученные с использованием модели ГГИ дают занижение величины смыва по всем агрофонам на несколько математических порядков. Основные причины этого заключаются в том, что она разработана для больших водосборных площадей. Средний многолетний смыв, рассчитанный по модели USLE, оказался меньше экспериментального примерно в 7 раз. Причина столь существенной разницы заключается в том, что данная модель была разработана для оценки смыва почвы в природно-хозяйственных условиях США, которые существенно отличаются от таковых в республике Беларусь. Наибольшие расхождения при расчетах по этой модели отмечены для стока по зяби и озимым – в 7-10 раз. По многолетним травам, расчетный сток, напротив завышен примерно в 1,5 раза, но поскольку доля стока по многолетним травам невелика, то это превышение не оказывает влияние на величину среднемноголетнего расчетного смыва почвы. Близкая к оптимальной сходимости смыва была получена при использовании модели ВНИИЗ и ЗПЭ. Сравнение фактических потерь почвы на зяби при снеготаянии с рассчитанными показало, что модель предсказала превышение смыв почва в 11 случаях из 17 лет, в 5 случаях – смыв был меньше фактического и в 1 случае – одинаковый (сток отсутствовал). В то же время средний за 17 лет расчетный смыв почвы был меньше фактического всего на 0,4 т/га. На озимых культурах модель давала занижение величин смыва в 3 случаях из 5, в 1 – завышение и в 1 – совпадение (сток отсутствовал). Различия в среднем смыве за 5 лет были на 1 т/га меньше фактического. Такие большие различия можно объяснить коротким рядом наблюдений (5 лет). На многолетних травах 1-го, 2-го и последующих лет использования фактических смыв почвы тальми водами по сравнению с расчетным был больше в 3 случаях, в 3 меньше, в 1 – совпал и в 2 случаях – сток отсутствовал.

Средние величины смыва за девять лет отличались всего на 0,01 т/га. Расхождения для среднееголетних значений смыва составляли чуть меньше 10 %. Наилучшая сходимость расчетных величин с экспериментальными отмечается для талого стока, проходящего по зяби и многолетним травам (расхождения не более 5 %).

Расчеты среднееголетнего смыва при выпадении дождей показывали следующие результаты. Использование модели ГТИ занижает величину среднееголетней величины смыва почвы примерно в 2,5 раза. Наибольшее расхождение с фактическим смывом отмечается при дождевом стоке по яровым зерновым и зернобобовым культурам (примерно в 100 раз) и пропашным – занижение более, чем в 4 раза. Однако оценка среднегодового смыва по этой модели для агрофона – пар дала практически 100 % сходимость. Расчет смыва по модели USLE, напротив дает завышенные значения для величины среднееголетнего смыва примерно в 1,5 раза. Наилучшая сходимость с экспериментальными результатами (100 %) отмечена при расчете стока на пропашных культурах. Рассчитанная величина смыва по парующей почве оказалась завышена в 4 раза, а по яровым – в 2 раза. Использование модели ВНИИЗ и ЗПЭ для дождевого смыва дала относительно лучшие результаты. Анализ потерь почвы при ливнях показал, что рассчитанные величины смытой почвы на пропашных культурах в 3 случаях превышали фактические, а в 2 – были ниже экспериментально определенных. Средние за 5 лет величины дали различия в 5,6 т/га в сторону занижения величины смыва почвы, рассчитанной по уравнению. На полях, засеянных яровыми зерновыми и зернобобовыми культурами, модель дала занижение смыва в 8 случаях из 11, а в 3 случаях отмечается завышение его величины. Средний за 11-ти летний период фактический смыв почвы был на 0,8 т/га больше по сравнению с расчетным. На полях, находящихся под паром расчетный смыв почвы был в 4 случаях из 5 лет наблюдений выше, а в 1 случае – ниже фактического. В среднем за 5 лет фактический смыв был ниже на 1,6 т/га меньше расчетного. На озимых зерновых культурах в 4 случаях из 6 наблюдается превышение расчетного смыва над фактическим, в 1 случае – занижение и в 1 – совпадение величин. Рассчитанный смыв по сравнению с экспериментальным среднееголетним выше в 1,2 раза. Обнаружено превышение фактического смыва над расчетными величинами потерь почвы от стока дождевых вод по пропашным культурам в 1,5 раза, а для парующих площадок - в 1,3 раза. Суммарный (талый и дождевой) среднееголетний смыв, рассчитанный по схеме ВНИИЗ и

ЗПЭ, отличается от определенного экспериментально примерно в 1,1 раза в меньшую сторону. Общий смыв, определенный по модели USLE оказался ближе к фактическому, но это всего лишь совпадение, связанное, с существенным завышением дождевого смыва и занижением талого стока.

Таким образом, наилучшая сходимость расчетных среднегого-летних величин смыва почвы с фактическими величинами, полученными на стоковых водно-балансовых площадках как при талом, так и при дождевом стоке получена при использовании модели ВНИИЗ и ЗПЭ.

ОЦЕНКА ЭРОЗИИ ПОЧВ ЮГА РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

Кухарук Р.А. (Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. Н.А. Димо, Молдова)

Специфической особенностью большинства почв Южной зоны Молдовы является их высокая по сравнению с почвами остальных зон республики, податливость водной эрозии. Это объясняется преобладанием фракций пыли в составе почв и пород, низким содержанием гумуса и высокой карбонатностью почв, что обуславливает слабую водопрочность почвенной структуры.

Снижение водопрочности структуры способствует уменьшению водопроницаемости, а преобладание в гранулометрическом составе почв фракции пыли повышает транспортабельность почвенных частиц водными потоками.

Эрозия почв на склонах начинается с мелко-струйчатых её размылов, которые повторяются в разных местах и в итоге дают эффект плоскостной эрозии. Но так бывает не всегда, нередко смыв идет по линейным рубежам (вдоль дорог, овечьих троп, проходов техники) и получается линейный размыв почвы, а после и подстиляющей породы, образуются микроложбины, вслед за ними промоины и овраги. Склон, пораженный микроложбинами производит впечатление израненного тела, которое надо лечить засыпкой, специальными обработками почвы. Это надо делать систематически и не откладывая, так как они при сильных и интенсивных ливнях растут в длину, ширину и глубину. Пораженные склоны очень трудно обрабатывать на всех стадиях выращивания сельскохозяйственных культур. Промоины образуются чаще всего на склонах длиной более 500 м, на расстоянии 200-500 м от водораздельной линии. Длина их по разным регионам в среднем со-

ставляет от 155 (южно-Молдавская) до 300 м (Тигечская возвышенность).

Применяемая в настоящее время система земледелия в южном регионе не обладает должной устойчивостью. Сокращаются площади продуктивных угодий, происходит уменьшение количества гумуса в почвах. Содержание гумуса в черноземах Комратского района варьирует в среднем от 1,95 % до 2,8 %. В этом регионе прогрессируют эрозионные, оползневые и другие неблагоприятные процессы (засоление).

Эрозия – одна из основных и очень опасных причин повреждения почв южного региона Молдовы. Из 54452 га земель сельскохозяйственного назначения 35 % занимают почвы различной степени смывости, в том числе 1,5 % – это почвы сильносмывтые и полностью смывтые. Это результат бесконтрольной вырубki леса, неправильное использование приватизированных участков земель частных владений и т.д. Основная часть южного региона распахана, не предусмотрены площади для выпаса скота, т.к. овцеводство – одна из основных отраслей Юга Молдовы. С увеличением поголовья животных растительность значительно беднеет, происходит деградация почвы, что является начальной стадией образования оврагов. Основными причинами увеличения почвенной эрозии в южном регионе являются: экологически необоснованная структура посевных площадей, распашка крутых склонов, шаблонное применение интенсивных технологий выращивания полевых культур на склонах. Отсутствие комплексности в применении почвоохранных мероприятий привело к тому, что земледелие в южном регионе достигло критического состояния, а интенсивное использование почвенного покрова в сельском хозяйстве, к опасным деградационным процессам. Особое внимание необходимо уделять эродированным почвам, так как эти почвы имеют ряд агропроизводственных особенностей, от которых в значительной степени зависит рост, развитие и урожайность сельхозкультур. Для предотвращения эрозионных явлений в южном регионе Молдовы необходима комплексная система почвоохранного земледелия.

ГИДРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭРОЗИИ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА И ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ УРАВНЕНИЙ

Ларионов Г.А., Краснов С.Ф. (Московский государственный университет)

Количественная оценка интенсивности эрозии почв совершенно необходима для решения многих задач прикладного и научного характера. Между тем определение интенсивности эрозии очень сложная, трудоемкая и часто не решаемая известными в настоящее время полевыми методами задача. В связи с этим еще в начале прошлого века разрабатывались теоретические модели эрозии. Позже по мере накопления данных по стоковым площадкам стали появляться эмпирические модели эрозии. Наиболее известной моделью такого типа является универсальное уравнение эрозии, которое широко использовалось для оценки интенсивности эрозии и проектирования почвозащитных мер и по мере накопления новых данных дважды перерабатывалось.

Однако эмпирические модели не отвечали стремительно растущим требованиям науки и практики, поэтому в последней четверти прошлого столетия было предложено несколько теоретических моделей эрозии, которые в принципе не должны иметь недостатков и ограничений, свойственных эмпирическим зависимостям. Однако анализ этих моделей показал, что они не дают адекватного отражения вклада рельефа в развитие эрозионных процессов, что свидетельствует об ошибочности посылок, на которых построены упомянутые модели.

Это послужило толчком разработке новой модели в НИЛ эрозии почв и русловых процессов. Основные положения модели были изложены в статье Г.А. Ларионова и С.Ф. Краснова. Модель основана на трех посылах, которые формулируются следующим образом. 1. Эрозия - работа водного потока, в физическом смысле слова, по отрыву и последующему транспорту сорванных частиц почвы, совершаемая за счет его кинетической энергии. 2. Отрыв частиц совершается теми струями потока, скорость которых превышает некоторую пороговую величину. 3. В точке, где сорванная частица касается дна потока, отрыв другой частицы невозможен.

Несложные математические построения, основывающиеся на первых двух посылах, позволяют получить уравнение отрыва частиц почвы или грунта. Верификация и параметризация модели была проведена на экспериментальных данных по размыванию образцов почвы в потоках глубиной от 0,5 до 4 см при скоростях до 2 м/с. После его параметризации и верификации уравнение приняло вид:

$$W = 10^{-6} \gamma^3 \{ k_1 [1 + 10^{-a(1-u_w/u_0)}]^{-1} + k_2 [1 + 10^{a(1-u_w/u_0)}]^{-1} [1 + 10^{b(1-u^2/u_0)}]^{-1} \},$$

где W – интенсивность отрыва частиц почвы (интенсивность смыва) потоком чистой воды, г/м·с; γ – объемный вес воды, т/м²; u и u_0 –

скорость течения придонном слое воды толщиной в 1 см и ее пороговая величина, м/с; k_1 и k_2 – эродируемость почвы или грунта соответственно при скорости потока меньше пороговой величины и больше ее, с/м²; a и b – коэффициенты, зависящие от дисперсии мгновенных значений скорости потока и сопротивления частиц отрыву, соответственно. Коэффициент a для склоновых потоков принимается равным 2. Величина коэффициента b для монозернистых грунтов (рассеянных образцов) равна 14, а для грунтов естественного сложения и пахотных почв равна 2. Коэффициенты детерминации высокие – 0,898–0,997.

Из третьей посылки следует, что увеличение интенсивности эрозии по длине склона должно замедляться по мере накопления в потоке донных наносов, количество которых в створе определяется интенсивностью эрозии на вышележащей части склона и истираемостью почвенных комочков и агрегатов. Из общих соображений следует, что уменьшение скорости размыва почвы по мере накопления донных наносов должно описываться показательной функцией, для параметризации которой были проведены эксперименты по определению скорости размыва образцов почвы потоком содержащим донные наносы с различным объемным весом и с различной твердостью. Действительно, с увеличением количества наносов в потоке поверхность дна будет прикрываться наносами не пропорционально их количеству, а с некоторым замедлением, так как некоторая часть дна может покрываться не одинарным, а многорядным слоем. Из приведенных фактических данных и общих соображений следует, что скорости размыва грунта в потоке (W_n), содержащем наносы различной твердости

$$W_n = We^{aC_m + bC_m},$$

где W – интенсивность размыва почвы или грунта в потоке, не содержащем наносов, г/м²с; e – основание натуральных логарифмов; C_m и C_m – количество наносов, соответственно мягких и твердых, приходящихся на единицу поверхности ложа потока, шт/м²; a и b – коэффициенты, значения которых зависят от физических свойств материала наносов. Для наносов, состоящих из мягкого материала, твердость которого меньше или равна твердости размываемой почвы или породы, коэффициент имеет отрицательное значение. В противном случае коэффициент принимает положительное значение. Взвешенные наносы также оказывают влияние на интенсивность размыва почв и грунтов,

увеличивая силы сцепления между комочками и агрегатами в результате кольматации пор поверхностного слоя почвы или грунта.

ОВРАЖНАЯ ЭРОЗИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОРШАНО - МОГИЛЕВСКОЙ ЛЕССОВИДНОЙ РАВНИНЫ

Лепешев А.А, Кобяк С.В., Кучерова Е.В. (Белорусский государственный педагогический университет им. М.Танка)

Процессы оврагообразования наиболее активно в Беларуси проявляются на территориях, сложенных лессовыми и лессовидными почвообразующими породами. Линейным размывом подвержены юго-восточные склоны Минской возвышенности, восточная часть Новогрудской возвышенности, Мозырская гряда, частично Оршанская возвышенность, а также северо-восточная часть Оршано-Могилевской равнины.

По своим геоморфологическим особенностям Оршано-Могилевскую равнину можно разделить на две зоны: северо-восточную и центральную. Северо-восточная зона Оршано-Могилевской равнины представлена небольшим по размерам Горецко-Могилевским поднятием, его северная часть в значительной степени всхолмлена, т.к. здесь она непосредственно примыкает к отрогам Смоленско-Московской возвышенности. Южнее рельеф постепенно приобретает сглаженные формы, характеризуется большим количеством блюдцев.

Благоприятное сочетание природных факторов – рыхлые однородные почвообразующие породы, ливневые дожди, глубокие местные базисы эрозии, многочисленные рубежи стока вдоль полевых дорог создали условия для возникновения и развития на территории северо-восточной зоны Оршано-Могилевской равнины овражной эрозии почв.

Центральная зона Оршано-Могилевской равнины хорошо дренирована реками Днепр, Друть, Проня, Сож и их многочисленными притоками, которые расчлениают платообразное повышение на отдельные крутые холмы и гряды. От границы с Витебской областью, вплоть до г. Могилева, р. Днепр врезан в глубокую долину, имеет узкую пойму. Правый берег по всей длине, как правило, выше левого, склоны довольно крутые, достигают 10-12°. В Шкловском районе овражная эрозия ярко выражена на пологих длинных склонах (склоновые, или береговые овраги). На больших водосборных площадях, где идет значительная концентрация водотоков, плоскостная эрозия переходит в ли-

нейную, образуются небольшие струйчатые размывы, последовательно переходящие в рытвины и овраги.

На территории северо-восточной и центральной зоны выявлено 2529 оврагов, из них склоновых (береговых) – 2496, донных (вторичных) – 35. Более 2/3 оврагов приходится на территорию Горьковского, Мстиславского и Шкловского районов.

На момент обследования было выявлено оврагов первой стадии развития – 134, второй – 25, третьей – 243, и четвертой – 2127. Следовательно, основная часть оврагов принадлежит к группе затухающих, т.е., к стадии зарастания или балке. Учитывая полученные характеристики оврагов, нами определены мероприятия, которые могут способствовать ликвидации и прекращению их роста.

Для предотвращения роста оврагов предлагаются общепринятые в практике следующие мероприятия: ликвидация небольших по размерам оврагов (промоины и рытвины); сплошное засечение оврагов II и III стадий развития, а также укрепление тальвегов и бровки с помощью ивовых кольев; строительство простейших земельных гидротехнических сооружений (валы Борткевича); благоустройство дорог. В настоящее время в шкловском районе 3 оврага закреплены железобетонными запрудами, а в вершине одного из оврагов сооружен железобетонный быстроток. К сожалению, некоторые вершины продолжают размываться и требуют дополнительных мероприятий.

Чтобы предотвратить рост вершин оврагов в первую очередь необходимо найти приемы прекращающие концентрацию стока ливневых и паводковых вод на водоразделе. Это могут быть фитомелиоративные полосы из многолетних трав, вспашка по горизонталям, вспашка с поперечными перемычками, лункование, ликвидация рубежей стока, сплошное залужение многолетними травами приовражных территорий.

С целью предотвращения повторного роста оврагов донного (вторичного) типа, которые находятся в стадии затухания, необходимо строго следить за возможным снижением местного базиса эрозии. Это явление может возникнуть в результате осушительной мелиорации за счет углубления мелиоративных каналов, небольших ручьев и рек. Если такая ситуация произошла, следует незамедлительно прекратить выпас скота на овражно-балочных территориях, вспашку и обработку полей производить не ближе 3–4 метров от бровки оврага. Для предотвращения роста оврагов в глубину, кроме насаждений ивовых кольев по дну тальвега, можно использовать плетневые запруды, а

также гидротехнические сооружения из бетонных лотков и быстротокков.

МОРФОМЕТРИЯ ПАХОТНЫХ СКЛОНОВ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭРОЗИИ ПОЧВ

*Литвин Л.Ф., Добровольская Н.Г., Краснов С.Ф.
(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)*

Земледельческая эрозия почв на хозяйственно освоенных территориях – основной агент деградации почвенного покрова и перемещения минерального субстрата. На региональном уровне морфология склонов имеет решающее значение для территориального распределения интенсивности эрозии. Это положение подтверждается при общем сопоставлении вариабельности основных факторов эрозии. Так, противозрозионная стойкость почв в пределах Восточно-европейской равнины изменяется в 1,5-2 раза, эрозионный потенциал дождя увеличивается от Архангельска до Минска в 4 раза, а эрозионный потенциал рельефа (LS) геоморфологических районов на этой же территории – на порядок величины.

Главенство влияния рельефа на распределение эрозии на региональном уровне не столь очевидно и однозначно, что обусловлено, прежде всего, индивидуальными соотношениями морфометрических параметров пахотных склонов и склонов ландшафта в целом. Геоморфологическое строение и история рельефообразования находит косвенное, но достаточно заметное, отражение в размещении эрозии почв не только в связи с морфометрическими показателями склонов, но также в связи с влиянием на выборочность земледельческого освоения и территориальное распределение почв различной противозрозионной стойкости. Выборочность земледельческого освоения особенно «эрозионно» значима в области избыточного и достаточного увлажнения почв, к которым относятся как территория Беларуси, так и всей лесной зоны ЕТР. Агроландшафтные и технологические факторы земледельческого использования земель здесь вносят региональную специфику в территориальное соотношение пашни и рельефа, а, следовательно, и в распределение морфометрических характеристик склонов. Так, на равнинах пахотнопригодными по условиям рельефа считаются склоны положе 12° , и в тоже время наиболее плоские участки местности на водоразделах заболочены, залесены или используются для выпаса, а квазигоризонтальные поверхности пойм и террас не распахиваются из-

за высоких паводков и низкого плодородия песчаных почв. Пашни и на возвышенностях, и на низменностях располагаются только на достаточно крутых дренированных склонах, и поэтому межрайонные контрасты эрозионного потенциала рельефа заметно сглаживаются. Кроме того, локальные контрасты в увлажненности почв, обусловленные рельефом, предопределяют мелкоконтурность пахотных угодий, т.е. значительно снижают длину линий стока. Южнее в лесостепной и степной зонах, например в ЦЧО и на Приволжской возвышенности, закономерности иные. Здесь плоские водоразделы максимально распаханы, а пастбища вытеснены на крутые склоны балок и оврагов как на расчлененных возвышенностях, так и на плоских равнинах. Это также приводит к сглаживанию межрайонных контрастов по эрозионному потенциалу рельефа пахотных земель и общему его снижению по сравнению с общим потенциалом рельефа ландшафта.

Степень влияния морфологических параметров рельефа пашни на эрозию на региональном уровне может быть оценена на основе сопоставления характеристик внутрирегиональных статистических распределений величин морфометрических параметров склонов, эрозионного потенциала рельефа и распределений интенсивности самой эрозии. Массовые замеры морфометрических параметров склонов пахотных земель в пределах геоморфологических районов позволили получить статистические распределения обрабатываемых и пастбищных склонов по крутизне, длине и величине функции LS, рассчитать параметры распределений, выявить их характерные особенности и сопоставить с распределениями интенсивности смыва почв (таблица).

Таблица

Коэффициенты асимметрии распределений морфометрических параметров склонов, эрозионного потенциала рельефа и смыва почв

Геоморфологический район	Длина (Ас)	Уклон (Ас)	LS (Ас)	Смыв (Ас)	Смыв (т/га/год)
Ильменско-Ловатская равнина	0,82	3,65	4,20	5,06	0,7
Мещерская низменность	0,89	2,76	5,73	7,21	3,5
Смоленско-Вяземская возв.	1,72	1,3	2,61	3,03	5,1
Восток Смоленско-Московской возв.	2,03	2,67	3,90	4,24	7,5

70-летие кафедры почвоведения БГУ

Бежецкая возв.	1,93	1,83	3,32	4,72	4,7
Латгальско-Бежецкая возв.	2,29	2,67	4,65	5,26	4,9
Северное Приладожье	1,06	1,91	4,61	7,28	3,6
Юг Валдайской возв.	1,60	0,75	1,48	1,42	12,7

Главная особенность внутрирайонных распределений крутизны склонов обрабатываемых земель - значительная вариабельность величин (коэффициенты вариации (C_v) в большинстве случаев превышают 0,5) и ярко выраженная положительная (левосторонняя) асимметрия. Показатели асимметрии (A_c) распределений крутизны склонов более 0,3, а для большинства морфологических районов превышают 2-3 единицы, т.е. распределения средне - и сильно ассиметричны. При сопоставлении распределений расчлененных возвышенностей и плоских низменностей для последних, как правило, отмечается большая ассиметричность. В целом, ассиметричность распределений крутизны склонов объясняется преобладанием процессов площадной аккумуляции и малой амплитудой новейших тектонических движений, т.е. просто преобладанием малых уклонов территорий. Для большинства морфологических районов характерна и положительная асимметрия длин линий стока. Районные коэффициенты вариации обычно снижены на 20-30 % относительно C_v крутизны склонов. Однако при положительной асимметрии доля очень коротких склонов (до 50 м) крайне невелика, поскольку, с одной стороны, крутые непригодные для пахоты склоны наиболее коротки, а с другой, такая длина затрудняет механизированную обработку и на пологих склонах. Максимальные же длины ограничены только технологически - площадь полей не превышает 2 км².

Ассиметричность распределений крутизны склонов обуславливает и усиливает асимметрию внутрирайонных распределений величины LS (см. табл.). Их A_c почти всегда, выше, чем A_c крутизны и длины склонов. Еще более ассиметричны распределения интенсивности эрозии в этих же районах, поскольку ее усиливает учет эрозии на квазигоризонтальных поверхностях. Отмечается устойчивая тенденция – на наиболее ассиметричны распределения крутизны склонов, LS и самой эрозии на плоских равнинах с низкой средней интенсивностью смыва, а чем больше вертикальное расчленение, тем более распределение приближается к нормальному. Сходство параметров и вида распреде-

лений морфометрических показателей пахотных склонов и распределений интенсивности эрозии свидетельствует о первостепенности рельефа как фактора эрозии на региональном уровне.

ДЕГРАДАЦИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПРИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ И МЕТОДЫ ОЦЕНКИ

Лыткин И.И. (Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия)

При мелиорации и вовлечении в сельскохозяйственное производство торфяники и торфяные почвы становятся весьма динамичными природными образованиями. И если на их формирование уходят многие десятки тысячелетий, то на разрушение достаточно бывает и одного столетия. Особенно сильная сработка торфа происходит при выращивании пропашных культур: дефицит годового баланса торфа в расчете на сухое вещество, только за счет минерализации, достигает 16 т/га.

Сельскохозяйственное использование торфяников и их природоохранная роль нуждаются в качественной и количественной оценке избирательности торфов поглощать компоненты удобрений и химических мелиорантов и противодействовать собственной деградации. В табл. 1 приведены результаты, позволяющие судить о влиянии компонентов удобрений на подвижность катионов почвенного поглощающего комплекса (ППК) торфяных почв различного генезиса. Данные получены в динамических условиях модельного опыта с естественными образцами торфяных почв.

При одних и тех же условиях эксперимента ионы Ca^{2+} в 1,5 - 6,2 раза интенсивнее вытесняют из торфяных почв обменные катионы ППК, чем K^+ . Причем, торфяные почвы верхового типа обладают большей способностью поставлять катионы ППК в почвенный раствор в обмен на катионы удобрений, чем торфа низинного типа и более окультуренные. Увеличение концентрации компонентов удобрений в 2 раза приводит к росту количества вытесненных ионов из ППК в 1,5-2 раза. Вовлечение торфяных почв различного генезиса в сельскохозяйственное производство может привести как к неоднозначному обогащению почв химическими элементами удобрений, так и к их обеднению элементами, входящими в состав ППК. Таким образом, по

константам селективного обмена компонентов удобрений с ППК можно оценить степень их влияния на развитие деградационных процессов в разных по генезису почвах.

При сельскохозяйственном использовании слабозрелых торфяных почв верхового и переходного типов происходит обеднение их ППК макро- и микроэлементами. Это связано как с их выносом урожаями, так, в большей степени, и с ионообменными процессами, происходящими при внесении удобрений в кислые по природе слабозольные торфяные почвы, и миграцией химических элементов за пределы почвенного профиля с почвенно-грунтовыми и дренажными водами.

Было выявлено, что по своему качественному и количественному составу дренажные воды сильно изменялись с годами сельскохозяйственного освоения торфяного массива. В первые годы сельскохозяйственного использования торфяной почвы отмечается наибольший вынос химических элементов с дренажными водами, по степени минерализации которых можно судить о развитии в почвах деградационных процессов. По мере использования массива, с годами (через 6-13 лет), суммарный вынос элементов из почвенного профиля сокращается (более чем в 3 раза) и стабилизируется; при этом отмечено и падение урожайности выращиваемых культур. Изменяется и качество растениеводческой продукции, что говорит о существенной деградации торфяной почвы при сложившихся уровнях производственных отношений.

Степень деградации торфяных почв зависит не только от вида и времени сельскохозяйственного использования, но и от их генетических особенностей, применяемых удобрений и мелиорантов и может быть оценена по константам селективного обмена ионов, качественному и количественному составу геохимического и биологического выносов элементов и соединений.

ЭРОЗИОННАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ В ПООЗЕРЬЕ И ЕЁ ПОСЛЕДСТВИЯ

Мазаник Н.Д. (Белорусский государственный университет)

На территории Белорусского Поозерья преобладают склоны с крутизной более 3°, что приводит к эрозионной деградации почв, выраженной в разрушении верхних горизонтов, потере плодородия, что,

в конечном итоге, приводит к необходимости вывода сельскохозяйственных земель из оборота.

Обеспечить предотвращение эрозионных процессов и повысить экологическую устойчивость холмисто-моренных озерных ландшафтов можно посредством дифференцированного использования водосборных площадей. Оно достигается разделением обрабатываемых земель на агротехнологические группы. В качестве основного критерия такого деления принята величина потенциального смыва почвы.

Потенциальный суммарный смыв почвы (т/га в год) складывается из смыва, обусловленного стокообразующими дождями и талыми водами, и рассчитывается по формуле: $W_c = W_r + W_d$, где W_c – суммарный смыв почв, т/га в год; W_r – смыв почв, обусловленный талыми водами, т/га; W_d – смыв почв, обусловленный стокообразующими дождями, т/га.

Смыв почвы в период стокообразующих дождей определяется по универсальному уравнению американских учёных Уишмера и Смита, которое имеет вид: $W_d = R \cdot L \cdot S \cdot K \cdot C \cdot P$, где W_d – потери почвы от эрозии; R – фактор осадков (эрозионный потенциал осадков); L – фактор длины склона; S – фактор уклона; K – фактор противоэрозионной стойкости почвы; C – хозяйственно-агрономический фактор (использование земель); P – фактор противоэрозионных мероприятий (приёмов).

Смыв почвы при весеннем снеготаянии определяется по методике МГУ им. М.В. Ломоносова. При расчете смыва талыми водами в качестве исходных берутся следующие показатели: слой поверхностного стока (мм), смываемость почвы (т/га), длина склона (м). Расчеты осуществляются по линиям стока, нанесенным на гипсометрическую карту.

Участки с близкими показателями эрозионной опасности и агротехнологического состояния объединяются в агротехнологические группы земель. На обрабатываемых землях Поозерья в зависимости от степени эрозионной деградации может выделяться до пяти групп земель. Для каждой из выделенных групп земель устанавливается возможная интенсивность сельскохозяйственного использования и вводится система научно обоснованных ограничений.

К первой группе относятся земли с незеродированными и очень слабоэродированными полнопрофильными почвами на склонах с крутизной до 1°. Пахотный горизонт этих почв не нарушен. Смыв почвенного мелкозема не превышает 2,0 т/га, что соответствует уровню предельно допустимого смыва для дерново-подзолистых почв Беларуси.

Запасы гумуса в пахотных горизонтах этих почв составляют не менее 50 т/га. Объемная масса составляет $1,15 \pm 0,14$ г/см³, порозность - 56,1 %. Они характеризуются благоприятными агрофизическими свойствами и могут использоваться в качестве обрабатываемых угодий без ограничений. На пахотных землях первой группы применяются интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур с высокой окупаемостью затрат и условиями расширенного воспроизводства плодородия почв.

Ко второй агротехнологической группе относятся земли, расположенные на склонах с крутизной 1-3°. Как правило, почвы слабоэродированные с величиной потенциального смыва 2,1-5,0 т/га. Пахотный горизонт (А_п) частично разрушен, к нему припахивается нижележащий подзолистый горизонт (А2). Запасы гумуса по сравнению с предыдущей группой почв ниже на 20-30 % и составляют 35-40 т/га, заметно возрастает плотность сложения верхнего горизонта - 1,32 г/см³, уменьшается влагоемкость и порозность - 49,8 %. Данная группа земель нуждается в слабых ограничениях в использовании.

Третью группу составляют земли, расположенные на склонах с крутизной 3-5°. Чаще всего они представлены среднеэродированными почвами. Годовой смыв мелкосема составляет 5,1-10,0 т/га. Это ведет к полному разрушению пахотного горизонта и распашке подзолистого и даже верхней части иллювиального горизонта (В). Запасы гумуса уменьшаются в 2,0-2,5 раза по сравнению с полнопрофильными почвами и составляет 20-30 т/га. При этом резко ухудшаются агрофизические свойства. Плотность сложения горизонта А_п составляет 1,43 г/см³, а порозность - 44,1 %. В качестве обрабатываемых эти земли могут использоваться лишь с сильными ограничениями, в частности с полным исключением пропашных культур и необходимостью применения специальных систем обработки почвы.

Четвертая группа представлена землями, расположенными на крутых склонах (5-7°). Почвы этой группы земель обычно сильно деградированы, пахотный горизонт образования иллювиального горизонта В, т.к. разрушены горизонты А_п и А2. Среднегодовой смыв составляет 10,1-20,0 т/га мелкосема. Запасы гумуса в верхнем слое почвы 10-15 т/га, что в пять раз ниже, чем в почвах первой группы. Плотность сложения составляет 1,50 г/см³ и более, а общая порозность снижается до 40 % и менее. Земли этой группы нуждаются в очень сильных ограничениях при использовании их в качестве обрабатываемых угодий.

Земли пятой агротехнологической группы включают очень сильноэродированные почвы на склонах с крутизной более 7° и потенциальным смывом более 20,0 т/га в год. Пахотный горизонт их образуется исключительно из иллювиального горизонта и подстилающей породы, что ведет к формированию крайне неблагоприятных их агрономических свойств. Запасы гумуса по сравнению с неэродированными почвами снижаются в 5-6 раз и не превышают 10 т/га. Плотность сложения в верхнем слое почвы составляет $1,57 \text{ г/см}^3$, а общая порозность 38,2 %. Земли этой группы исключаются из состава обрабатываемых и отводятся либо под постоянное залужение, либо под фруктовые насаждения и лесопосадки.

В зоне Белорусского Поозерья в особую шестую группу выделяются земли гидрографического фонда, которые, как правило, примыкают к водоемам и не подлежат распашке. В условиях холмистоморенных ландшафтов к этой группе земель относятся водоохранные полосы озерных водоемов, а также малых рек, соединяющих озера.

Выделенные группы земель отмечаются на планах землепользования и служат основой при планировании использования земель.

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Маркелов¹ М.В., Голосов¹ В.Н., Квасникова² Е.В., Беляев¹ В.Р.,
Беляев¹ Ю.Р.⁽¹⁾Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
²Институт глобального климата и геоэкологии РАН)

В ряду проблем количественной оценки деградации почв важное место занимает разработка новых методов, позволяющих объективно оценивать темпы смыва и переотложения почв пахотных земель за фиксированные интервалы времени. В последние десятилетия эта проблема решается с помощью радиоизотопных методов. Наиболее широкое применение в исследованиях деградации почв используется изотоп ^{137}Cs , что вылилось в создание согласованной международной методики, изданной МАГАТЭ. Известно, что ^{137}Cs может применяться для выявления перераспределения почвы процессами денудации, включая механическую эрозию, за период с 1954 года, когда были проведены взрывы в открытой атмосфере. Однако на значительных площадях почвы распахиваются гораздо более продолжительное время. Поэтому в относительно недавно в качестве маркера стали использовать атмосферную составляющую ^{210}Pb .

Изотоп свинца ^{210}Pb ($T_{1/2}=22,2$ лет) имеет естественное происхождение и является одним из дочерних продуктов распада урана ^{238}U . Он образуется при радиоактивном распаде радия ^{226}Ra ($T_{1/2}=1622$ года), через газообразный изотоп радона ^{222}Rn ($T_{1/2}=3,8$ дня). Направленная вверх диффузия из почвы небольшой части радона, поступление его в атмосферу и последующий распад приводят к образованию изотопа ^{210}Pb , имеющего атмосферное происхождение ($^{210}\text{Pb}_{\text{атм}}$). Поступление этого изотопа из атмосферы вместе с осадками или в виде сухих выпадений способствует его накоплению в почвенном покрове. Суммарный запас ^{210}Pb в почве представлен радиоактивным свинцом, образовавшимся *in situ* в результате распада радия ^{226}Ra , и атмосферным ^{210}Pb , называемым также в зарубежной литературе избыточным. Выяснив запас $^{210}\text{Pb}_{\text{атм}}$ в изучаемой точке, и сравнив его с запасом в опорном разрезе, можно судить о темпах перераспределения материала за период 100-120 лет.

В отличие от ^{137}Cs , поступление $^{210}\text{Pb}_{\text{атм}}$ из атмосферы можно рассматривать как квазипостоянный процесс. Ежегодный привнос ^{210}Pb

исследовался путем его измерения в атмосферных осадках и обследованием геоморфологически стабильных, ненарушенных участков в различных частях мира. Значения находятся в пределах 23-367 Бк/м² в год. Поступление изотопа интенсивнее происходит в средних широтах, причем заметно увеличение объемов выпадений с запада на восток. Целью исследования явилось сопоставление оценок перераспределения почвенного материала процессами водной и механической эрозии, полученных различными методами, включая использование в качестве маркера атмосферного ²¹⁰Pb.

В качестве объекта исследований был выбран склон и примыкающий к нему участок днища малого водосбора, расположенного в бассейне р. Осуги, правобережного притока р. Тверцы (Тверская область). Согласно архивным данным продолжительность распашки водосбора составляет не менее 300 лет, а его большая часть распахивается (80 % площади) до сих пор. Основными культурами, используемыми в севооборотах в начале интенсивной распашки, были яровые рожь, овес, ячмень и пшеница. В советское время преобладали посевы озимых зерновых. За весь период освоения доля пропашных не достигала значительных величин. После 1991 года выращиваются преимущественно многолетние травы. В пределах склонов междуречий распространены дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на морене или зандровых песках. Достаточно большое (около 600 мм) количество осадков равномерно распределено в течение года, практически ежегодно формируется талый сток, периодически выпадают стокоформирующие дожди. Эрозионный индекс осадков составил 6,8 единиц (по данным метеостанции г. Торжок).

Выбранный в качестве объекта для детального исследования выпукло-вогнутый склон имеет длину 400 м. Склон осложнен локальными перепадами уклонов и имеет террасовидную поверхность в нижней части. Сочленение склона с днищем долины постепенное, тыловой шов слабо выражен, переход представлен зоной шириной первые десятки метров и крутизной 2-4°. Склоны схожей морфологии занимают около 50 % от площади всего водосбора и оказывают значительное влияние на формирование стока воды и наносов на водосборе.

В результате проведения почвенно-эрозионной съёмки было установлено, что средние и сильно эродированные почвы занимают верхнюю часть склона, где в пахотный слой вовлечены горизонты В, а местами и ВС. В нижней части, а также в пределах вогнутого перегиба и террасовидной поверхности доминируют намытые почвы с повышен-

ной мощностью горизонта А. Средние темпы сноса почвенного материала за весь период распашки, выявленные почвенно-морфологическим методом, составили 6,8 т/га в год, тогда как расчеты по эрозионной модели, дали величину смыва 7,8-9,4 т/га в год.

Для оценки интенсивности эрозионно-аккумулятивных процессов по запасам радионуклидов использовалась балансовая модель с учетом временной динамики их выпадения из атмосферы. Динамика выпадения ^{137}Cs рассчитывалась на основе полученного на опорном участке запаса изотопа. При этом учитывалось, что 20 % изотопа представлено чернобыльским выбросом, а бомбовые выпадения прямо пропорциональны осредненным для северного полушария объемам выпадения. Для изотопа $^{210}\text{Pb}_{\text{атм}}$ ежегодный объем выпадения принимался постоянным (260,9 Бк/м² в год). В целом темпы эрозии, полученные при помощи $^{210}\text{Pb}_{\text{атм}}$ для исследуемого профиля, оказались ниже (6,3-10 т/га в год), по сравнению с рассчитанными при помощи ^{137}Cs (14,4-25,8 т/га в год). Различия, полученные при использовании двух изотопов, обусловлены рядом причин. Первая связана с особенностями поступления изотопов на земную поверхность. Если выпадение $^{210}\text{Pb}_{\text{атм}}$ можно считать квазипостоянным процессом, то для ^{137}Cs характерна непостоянность привноса. Эрозионно-аккумулятивным процессам также присуща временная неоднородность. Известно, что наибольший вклад в смыв почвы вносят экстремальные события, имеющие низкую повторяемость. Если такие события происходили в годы со значительными выпадениями изотопа из атмосферы, то их влияние на уменьшение запаса ^{137}Cs на эрозионном участке будет большим, по сравнению с тем, если бы такие события происходили в период незначительного поступления изотопа из атмосферы. С этой точки зрения использование $^{210}\text{Pb}_{\text{атм}}$ более предпочтительно. Нельзя исключать и общее усиление потерь почвы после 1954 г. в связи с ростом механической эрозии и уплотнением почвы.

ПОТЕРИ ГУМУСОВОГО ГОРИЗОНТА КАК РЕЗУЛЬТАТ РАЗВИТИЯ ОБРАЖНОЙ ЭРОЗИИ

Никольская И.И. (Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова)

Для оценки ущерба от развития оврагов на пахотных землях наиболее удобным параметром является их площадь по контуру бров-

ки, который отражает непосредственные потери земельных ресурсов. Площадь может быть выражена в км² или как доля овражных земель в общей площади территории (пашни, хозяйства, области и т.д.).

В Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева впервые был проведен расчет площадей овражных земель и составлена карта современного поражения оврагами земель сельскохозяйственного фонда, где учтены все овраги длиной более 70 м. Определение площадей выполнялось с привлечением данных о ширине оврагов разных типов и густоте овражной сети в широком диапазоне природных условий России. Величины площадей современных оврагов варьируют в пределах от 0,01 до 2 % и более от площадей земель сельскохозяйственного фонда.

Как показали исследования к наиболее заовраженным, а, следовательно, имеющим большие площади (1-2 % и более) относятся территории как давнего и интенсивного сельскохозяйственного освоения, так и с благоприятными для развития оврагов природными условиями (значительным расчленением территории, хорошей размываемостью грунтов, большой интенсивностью дождевого и талого стока). На Европейской части России это районы высокого правобережья Волги, Дона, Оки (Среднерусская, Приволжская, Калачская возвышенности), Донецкого кряжа, Ставропольской возвышенности, Высокого Заволжья. Площади оврагов от 0,5 до 1 % приурочены к территориям равнин и переходных участков от равнин к возвышенностям (Окско-Донская равнина Сырты левобережья Волги, отроги Среднерусской и Приволжской возвышенностей и др.). Сравнительно малые площади овражных земель (0,1-0,5 %) встречаются в хорошо освоенных районах возвышенных и равнинных территорий. Это регионы Смоленско-Московской, Клинско-Дмитровской гряд, Северных Увалов, отрогов Приволжской, Среднерусской возвышенностей, Ергеней и др. Очень малая площадь оврагов (0,011-0,1 %) также характерна для плоских низменных и равнинных участков, как, например, некоторые территории Валдайской, Среднерусской и Приволжской возвышенностей, Сыртов Заволжья. Слабо заовраженные территории (площадь оврагов менее 0,01 %) характеризуют регионы недавно освоенных земель с плоским или грядовым рельефом в зонах тундры, лесотундра и лесной; низменные равнинные районы в степной и полупустынной зонах (Мещерская, Верхнекамская, Прикаспийская низменности, участки Окско-Донской равнины).

Данные о потере площади за счет овражной эрозии позволяют сделать расчеты потерь плодородного гумусового горизонта. Для этого использованы данные о потерях площади сельскохозяйственных земель за счет развития овражной эрозии и средние мощности гумусового горизонта. Расчеты сделаны для наиболее заовраженных областей юга Нечерноземной и Черноземной зон Европейской части России в бассейнах Оки, Волги и Дона (13 областей).

Наибольший объем гумусового слоя был уничтожен в результате овражной эрозии на правобережной части Волги (Приволжская возвышенности) в Волгоградской и Саратовской областях, составивший примерно $0,26 \text{ км}^3$, где размывались преимущественно каштановые почвы и черноземы южные и обыкновенные. Значительный объем гумусового горизонта смыт в Воронежской ($0,2 \text{ км}^3$), Липецкой ($0,12 \text{ км}^3$) и Пензенской ($0,1 \text{ км}^3$) областях, где преобладают черноземы мощные и обыкновенные. В области распространения серых лесных почв объем выноса гумусового слоя колебался от $0,055 \text{ км}^3$ (Мордовия), до $0,008 \text{ км}^3$ (Орловская и Тульская области) и $0,0002 \text{ км}^3$ (Горьковская область). На дерново-подзолистых почвах в Рязанской и Владимирской областях объем смыва гумусового горизонта достиг соответственно $0,033$ и $0,012 \text{ км}^3$. Общий объем смытого в результате овражной эрозии гумусового горизонта (по 13 областям) составил $1,14 \text{ км}^3$.

Для сопоставления с этой цифрой приводим данные об объеме антропогенной овражной сети земледельческой зоны Европейской территории России. Ориентируясь на количественные данные об оврагах для Среднерусской возвышенности, приводимые в работах Н.П. Калининченко и А.С. Козменко, средняя глубина оврагов может быть принята 3,5-4 м. В результате суммарный объем материала, вынесенный склоновыми оврагами за время интенсивного освоения территории по расчетам примерно равен 7 км^3 . Поскольку средняя толщина гумусового горизонта составляет 14 % от средней глубины оврагов в этой зоне, результаты расчетов оказываются вполне сопоставимыми и факт такой потери гумусового горизонта не вызывает сомнений.

ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПУТИ ЕЕ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Прокопеня В.А. (ГНУ Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси)

Наиболее значительные площади нарушенных земель Беларуси связаны с разработкой месторождений торфа и нерудных полезных ископаемых: глинистого сырья (глины керамические, тугоплавкие, сырье для производства аглопорита и керамзита), песков (строительных, силикатных, стекольных, формовочных), песчано-гравийных материалов, карбонатного сырья (мела, мергеля, доломита), строительного камня и др.

В последние годы в связи с уменьшением объемов добычи полезных ископаемых происходило и сокращение площадей нарушенных земель. За период 1997–2001 гг. они сократились на 19,8 тыс.га (с 63,4 до 43,6 тыс.га). Еще более значительное изменение претерпели площади рекультивируемых земель. Особенно резкий спад объемов рекультивации отмечен в период 1990–1998 гг., выразившийся в более чем пятикратном сокращении площадей ежегодно рекультивируемых земель – с 11821 га до 2299 га. В последние три года их площади несколько увеличиваются, но по прежнему находятся на очень низком уровне. Вместе с тем горнопромышленные ландшафты (ГПЛ) достаточно широко распространены на территории республики, учитывая также то обстоятельство, что значительное количество месторождений, выработанных в прошлые годы, до настоящего времени нереккультивированы.

По мнению многих авторов основными факторами влияющими на интенсивность естественного восстановления почвенного покрова нарушенных земель являются свойства горных пород и тип формирующейся растительности. Однако процесс этот весьма длительный и по различным оценкам, в основу которых положена скорость накопления гумуса до значений свойственных зональным почвам, может охватывать период от 100 до 300 лет. Очевидно, что для ускорения этого процесса необходимо осуществление комплекса рекультивационных мероприятий.

Анализ состава и свойств субстратов объектов рекультивации республики свидетельствует, что нарушенная поверхность чаще всего формируется из смеси пород (грунтосмесей) основными составными частями которых являются: вскрышные породы; разрушенный почвенный слой; неизвлеченное или некондиционное сырье.

В качестве основных отличительных особенностей грунтосмесей нарушенных земель от зональных почв в первую очередь следует отметить крайне низкое содержание гумуса (в десятки и сотни раз ниже, чем в почвах), слабую или очень слабую степень обеспеченности элементами питания, невысокое содержание большинства микроэлементов, зачастую неблагоприятный механический состав и водно-физические свойства грунтосмесей, отсутствие или незначительное содержание продуктов жизнедеятельности растений и микроорганизмов. Все эти факторы в определенной мере могут служить показателями деградации почвенного покрова.

Успешное восстановление почвенного плодородия горнопромышленных ландшафтов во многом обусловлено правильным выбором приемов и способов его осуществления. Все их многообразие можно объединить в следующие основные группы мероприятий: а) горнотехнические, противоэрозионные и культуртехнические; б) гидромелиоративные (оптимизация водного режима); в) агротехнические; г) агрохимические.

Комплекс горнотехнических мероприятий осуществляется с целью подготовки нарушенной поверхности к последующему использованию. Они предусматривают выполнение следующих основных мероприятий: снятие и складирование гумусового слоя почвы и потенциально-плодородных пород вскрыши для их последующего нанесения на рекультивируемые площади; оптимальное размещение внешних и внутренних отвалов вскрышных пород с целью уменьшения площадей нарушенных земель; планировку нарушенной поверхности отвечающей требованиям последующего использования; выполаживание или террасирование бортов карьеров и откосов отвалов с целью предотвращения проявления эрозионных процессов; нанесение на рекультивируемые для сельскохозяйственных целей участки потенциально плодородных пород (мощностью не менее 1,0 м) и гумусового слоя почвы (мощностью 0,3–0,5 м), осуществления других инженерных мероприятий.

Гидромелиоративные мероприятия осуществляются с целью создания оптимального водно-воздушного режима рекультивируемых

ландшафтов. Они включают регулирование поверхностного стока, ликвидацию замкнутых и бессточных понижений путем их засыпки, поверхностный или закрытый дренаж с отводом излишков вод и формирования уровня грунтовых вод не ближе 1–2 м от поверхности, аккумуляцию избыточных поверхностных и грунтовых вод путем создания водоема и др.

Агротехнические мероприятия осуществляемые при сельскохозяйственном освоении нарушенных земель включают в себя предпосевную обработку площадей (безотвальная вспашка, рыхление, боронование), глубокое рыхление (до 40–50 см) субстратов тяжелого механического состава с целью улучшения водно-воздушного режима в корнеобитаемом слое, возделывание в первые 3–4 года почвоулучшающих культур (многолетних трав и бобовых), исключив возделывание пропашных культур, увеличение норм высева семян на 20–30 % против принятых для зональных почв и др.

Основные агрохимические мероприятия при сельскохозяйственном использовании нарушенных земель включают в себя известкование (при pH менее 5,5) со средними дозами CaCO_3 для супесчаных и легкосуглинистых почв – 2,0–4,0 т/га, для средне- и тяжелосуглинистых – 3,5–6,0 т/га, внесение органических (до 60 т/га) и минеральных ($\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{120}$) удобрений и микроудобрений, внесение торфокрошки в количестве до 150 т/га в пересчете на абсолютно сухое вещество и др.

Результаты выполненных исследований свидетельствуют, что осуществление комплекса таких мероприятий позволяет успешно решать проблему восстановления плодородия нарушенных земель и возвращения их для хозяйственного использования.

ПРИМЕНЕНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ

Прохорова С.Д. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Карты овражности, составленные в Научно-исследовательской лаборатории эрозии почв и русловых процессов им. Н.И. Маккавеева, дают различную информацию об оврагах и являются специальными геоморфологическими картами, на которых отражены сведения о пространственном размещении современной овражной сети. В их числе значительное место занимают карты, оценивающие как современное

распространении овражной сети, интенсивность развития процесса, его результаты, так и потенциал и опасность оврагообразования. На картах впервые отражена его негативная роль в экологической обстановке регионов.

Для определения количественных характеристик распространения оврагов применялись методы сплошной обработки топографических карт и метод ключей (эталонов) с последующим распространением полученных данных на территории, близких по своим природным характеристикам. Дискретность овражных форм не позволяет использовать для их отображения метод изолиний, поэтому были применены методы картограмм и ареалов.

Комплексная оценка овражности по формальному и объективному методу картограмм была дана для трех областей юга Нечерноземья (Орловской, Рязанской и юга Тульской). Для получения количественных показателей овражности были использованы топографические карты масштаба 1:25000, которые были обработаны сплошным способом и получены картограммы густоты и плотности оврагов, их частоты (количество оврагов на единицу длины долинно-балочной сети, ед/км), площадей овражных водосборов, площадей и объемов оврагов, возможного удлинения эрозионной сети за счет их развития и т.д. Такая комплексная количественная оценка овражности дает яркое представление о роли овражной сети в расчлененности региона, о значительном ущербе, причиняемом земледелию этом активным антропогенным эрозионным процессом.

Все рассматриваемые далее карты выполнены по оригинальным расчетным методикам с применением метода ареалов, в качестве которых были использованы бассейны рек 1-го порядка, выделенные по карте масштаба 1: 2500000.

Наиболее общепринятыми характеристиками овражной эрозии, как известно, являются протяженность овражной сети на единицу площади (густота) и плотность оврагов, т.е. их количество на единицу площади. Работы по составлению карт густоты и плотности оврагов на территорию России были начаты под руководством Б.Ф. Косова, в результате которых получены авторские экземпляры карт с учетом линейных эрозионных форм длиной свыше 150 м. В последующем его учениками работы были продолжены и содержание карт было расширено за счет данных об оврагах длиной от 70 до 150 м, т.е. основной массы современных склоновых оврагов. В результате были получены соответствующие карты на территорию России (м. 1:2500000), позво-

лившие выделить типы территорий с разной степенью заовраженности и дать её количественную характеристику.

К картам, отражающим результат деятельности оврагообразования, его последствия относятся карты средних длин склонов эрозионной сети и карты поражения овражной эрозией площадей сельскохозяйственных земель, составленные в м.1:2500000 и 1:1500000 соответственно на Европейскую часть и на всю территорию России. Карта средних длин склонов получена с использованием данных о суммарной протяженности всех линейных форм: рек, суходолов, балок, лощин и оврагов. Этот показатель характеризует степень расчлененности территории, а также величину площадей склоновых водосборов, на которых линейная эрозия в настоящее время не развита, и площадей, где образуются водотоки, способные формировать крупные линейные эрозионные врезы. На впервые составленной карте современного поражения оврагами земель сельскохозяйственного фонда площадь оврагов выражена как доля овражных земель к общей площади сельскохозяйственных угодий, %.

Весьма актуальной является количественная оценка интенсивности оврагообразовательного процесса, отраженная в модулях овражных выносов ($\text{м}^3/\text{год км}^2$). Расчет модулей выполнялся для каждого водосбора рек 1-го порядка в соответствии с разработанной методикой. Составленная карта характеризует пространственную неравномерность интенсивности овражной эрозии в зависимости от зональных и региональных особенностей территории и отражает поступление литогенного материала на площадь водосборов балок, суходолов, малых рек.

Карта "Структуры эрозионной сети" по показателю густоты ($\text{км}/\text{км}^2$) составлена на территорию Европейской части России в масштабе 1: 2500000 и отражает процентное соотношение всех звеньев эрозионной сети (балок и суходолов, оврагов, рек).

Метод картографического анализа был использован для отображения расчетных параметров потенциала овражной эрозии, т.е. предельно возможного развития оврагов. По разработанной методике был рассчитан потенциал густоты, плотности, площадей оврагов, предельные длины склонов эрозионной сети и составлены соответствующие карты

Нереализованный потенциал – показатель, представляющий разность между потенциальной и современной характеристиками густоты и плотности оврагов. По этому показателю составлены соответствующие

щие карты на ЕТ России, отражающие перспективы опасности для территории с точки зрения дальнейшего развития на ней оврагов.

Процесс оврагообразования негативно влияет на экологическую обстановку территории. В основу оценки экологической напряженности территории положено рассмотрение показателей современной овражности и нереализованного потенциала. Составленная впервые карта по этому показателю (м.1:5000000) оценивает воздействие овражной эрозии на экологическое состояние различных ландшафтов.

ОСОБЕННОСТИ ЭРОЗИИ ПОЧВ В ПОЛЕССКОМ РЕГИОНЕ

Рылушкин В.И., Лисовский Л.А.

(Мозырский государственный педагогический университет)

В южной части Гомельской области получила свое развитие преимущественно дефляция (ветровая эрозия) почв: Житковичский, Светлогорский, Петриковский, Лельчицкий, Ельский, Наровлянский, Калининский, Октябрьский и Речицкий районы. В зоне с овражно-балочным рельефом (Мозырская моренная гряда, Хойникско-Брагинская лессовидная гряда) – линейная (глубинная) и плоскостная эрозии. Мозырская гряда отличается наиболее густой эрозионно-денудационной сетью, большой способностью перемещать рыхлые почвенные массы с более высоких уровней рельефа на более низкие на расстояние до 300 м/км². при средней по Полесью 60-120 м/км². Большое влияние на эти процессы оказывает антропогенный фактор.

Развитие эрозии происходит в основном в зависимости от гранулометрического состава почв, рельефа, наличие склона более 2,5° от водораздела, характера осадков и других причин. Смываются водой и выдуваются ветром, прежде всего частицы почвы размером менее 0,05-0,25 мм, которые наиболее богаты питательными элементами. Это приводит к снижению урожая сельскохозяйственных культур. Особенно к большим последствиям может привести такая дефляция почв в загрязненной радиацией территории, когда вместе с частицами почвы переносятся и радионуклиды.

Наиболее разрушительной является водная эрозия, связанная с образованием оврагов. По данным БелНИИЦ «Экология» плотность оврагов в зоне Мозырской гряды составляет 30 штук на квадратный километр. Левые склоны оврагов более обрывистые и крутые, чем правые. Сверху гряды перекрывают толщи суглинистых и лессовых пород.

Рельеф гряды – обилие глубоких узких лощин с крутыми склонами и оврагов (глубина до 30 м). Максимальный линейный прирост оврагов составляет 21,5 м в год. Это мы наблюдали в 1978 и в 2000 годах, когда в течение нескольких суток образовались струйчатые разрывы, промоины или врезание оврагов вершиной длиной на десятки метров и глубиной до двух метров и больше. В среднем за 10 лет овраги прирастают примерно на 5-10 метров.

Изучение овражно-балочной системы Мозырского района вдоль правого берега реки Припять показало, что рельеф представлен четырьмя стадиями развития оврагов (по С.С.Соболеву, 1973):

1-я – струйчатые разрывы, промоины вдоль профиля склонов (земли колхоза им Калинина, экспериментальной базы «Криничная», совхоза «Заря» и др.;

2-я – врезание оврагов вершиной. Имеются русла оврагов висячем положении над базисом эрозии (с левой стороны практически во всех оврагах). Чаще всего это следствие линейной эрозии на дорогах вдоль оврагов, на межах или в местах развальных борозд, образовавшихся при вспашке;

3-я – русла новых оврагов достигли местного базиса эрозии и идет их развитие в ширину;

4-я – склоны и вершины оврагов заросли разными группами растительности.

Наиболее типичен овражно-балочный рельеф в зоне Республиканских ландшафтных заказников «Мозырские овраги» и «Стрельский», на территории которых и между ними представлены практически все стадии развития оврагов. Заказники расположены в основном на правом более крутом берегу реки Припять.

В процессе эрозии изменяется рельеф местности, ухудшаются условия ведения сельского хозяйства, снижается плодородие почв, изменяются ее агрохимические свойства – теряются запасы гумуса, азота, фосфора, калия и микроэлементов. Это отмечалось нами неоднократно в различные годы исследований на территории экспериментальной базы «Криничная» Мозырского района.

В результате плоскостной эрозии почв, смывается или разрушается верхний наиболее плодородный слой почвы. Претерпевают изменения, формы почвенных соединений, подвижность и доступность растениям питательных элементов. Дискуссионным является в связи с этим утверждение отдельных авторов (В.В.Жилко, 1975), что в дерново-подзолистых эродированных почвах отмечается некоторое увели-

чение содержания подвижных форм фосфора. Наши исследования с применением метода Чанга и Джексона показали, что основной причиной «увеличения» содержания подвижных форм фосфатов в почве является неправильный выбор методов их определения. Применение кислотных вытяжек (например, солянокислой по Кирсанову), в которых хорошо растворяются основные фосфаты кальция, практически недоступные для большинства сельскохозяйственных культур, создает иллюзию увеличения подвижных фосфатов в почве после эрозии. Применение солевых и слабощелочных вытяжек на таких почвах, которые по своим свойствам и растворяющей способности ближе корневым выделениям, а также вегетационные опыты с растениями не подтверждают вывода о повышении подвижности в них фосфатов.

На таких почвах целесообразно высевать сначала бобовые культуры, корневая система которых растворяет основные фосфаты кальция, делает их более доступными не только для выращиваемой бобовой культуры, но и последующих, переводя основные фосфаты кальция в формы, доступные для зерновых культур. Это создает хорошие условия для питания фосфором растений второй культуры, выращиваемой после бобовых и позволяет экономить минеральные фосфорные удобрения.

Эрозия почв, а также наличие эрозионноопасных участков отрицательно влияют на экономические показатели возделывания отдельных культур, требуют не только создания почвозащитных зон, изъятия из сельскохозяйственного пользования части земель, но и изменения всей технологии выращивания культур. В соответствии с требованиями по охране почв от эрозии основные обработки и посев сельскохозяйственных культур проводятся поперек склонов, требуется специальный набор машин и агрегатов. Все это приводит к увеличению холостых заездов и поворотов агрегатов, к дополнительным расходам энергоресурсов и затратам времени на технологические операции, изменению структуры посевных площадей. Поэтому защита почв от эрозии – это одновременно борьба за сохранение плодородия почвы, урожай, экономию энергоресурсов.

МОНИТОРИНГ ЭРОЗИОННЫХ И РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТИИ

Рысин И.И., Петухова Л.Н. (Удмуртский государственный университет)

В целях изучения механизма оврагообразования и получения количественных характеристик их сезонного и ежегодного приростов, начиная с 1978 года, нами ведутся стационарные наблюдения за ростом 168 оврагов на 28 ключевых участках, расположенных в различных ландшафтных условиях южной тайги и зоны смешанных лесов в пределах территории Удмуртской Республики.

Определение скорости роста оврагов производится путем измерения расстояния от вершины оврага до предварительно установленного репера. На большинстве стационаров наблюдения проводятся один раз в год (обычно в июле), а на 10 ключевых участках (46 оврагов) измерения осуществляются дважды: в конце мая или начале июня, после схода талых вод и в октябре или начале ноября, после окончания сезона летне-осенних ливней. С 1993 г. на 10 оврагах, расположенных вблизи г.Ижевска проводятся дополнительные наблюдения летом после выпадения сильных ливней. В пределах вершинной части активно растущих оврагов проводится повторная теодолитная тахеометрическая съемка.

Анализ результатов 25 летних непрерывных наблюдений и сопоставление аэрофотоснимков различных лет (1934, 1957-1959, 1970, 1987-1991 гг.) выявил следующие основные закономерности в развитии современной овражной эрозии.

Средние скорости роста оврагов изменяются в больших пределах, при этом максимальные достигают 123 м/год. Средние скорости роста вторичных оврагов (1,4 м/год) превосходят таковые первичных (1,1 м/год). Наибольшие многолетние скорости роста отмечаются у донных оврагов (2,1 – 2,2 м/год), размывающих современные суглинисто-супесчаные балочные отложения.

В межгодовой изменчивости интенсивности овражной эрозии проявляется ритмичность, имеющая гидрометеорологическую обусловленность. Значительна роль аномальных проявлений, к которым относятся величины, превосходящие норму в 1,5 раза и более. В Удмуртии на долю положительных годовых аномалий, составляющих 14 % всех годовых величин, приходится 26 % многолетнего прироста оврагов.

В многолетнем разрезе около 80 % годового прироста оврагов осуществляется стоком талых вод. Однако в годы выпадения аномально интенсивных ливней на отдельных участках они обеспечивают до 90-94 % годового прироста оврагов.

Полевые стационарные наблюдения позволили установить пороговые значения полусуточного слоя осадков, при которых происходит овражная эрозия разной интенсивности. При слое осадков менее 25 мм роста оврагов практически нет, при слое более 55 мм рост существенный, более 70 мм – катастрофический. При этом важное значение имеет интенсивность ливней и время их выпадения.

По отдельным ключевым участкам с помощью математико-статистических методов проведена количественная оценка роли гидрометеорологических, геоморфологических и антропогенного факторов в развитии овражной эрозии.

С целью исследования русловых процессов на реках Удмуртии в 1999 году была организована также система их мониторинга. Для этого на размываемых боковой эрозией участках русел рек было заложено 95 реперов. В 2000 – 2002 гг. эти работы были продолжены: количество пунктов наблюдения увеличилось до 54, а реперов до 297. Кроме того, на 16 участках была проведена теодолитная съемка размываемой кромки береговых уступов, протяженностью от 50-100 до 400-500 м. В пределах каждого ключевого участка отбирались пробы аллювия на анализ их эрозионной устойчивости, определялись морфолого-морфометрические характеристики речной долины, а также степень заиленности русла и мощность наилка на пойме. Исследования проводились как на очень малых (длиной до 25 км), так и на крупных (длиной более 500 км) реках.

В соответствии с морфодинамической классификацией Р.С. Чалова реки были разбиты на отдельные участки с разными типами русел. Для подразделения широкопойменного типа русел по степени меандрирования применялся показатель коэффициента извилистости (К). Для анализа смещения русел определялось его расположение относительно поймы. Все измерения осуществлялись по топографическим картам преимущественно м.1:50 000.

По коэффициенту извилистости преобладающими типами русел являются относительно прямолинейные, слабо и очень слабо извилистые ($K = 1,01-1,4$). Коэффициент извилистости рек в значительной степени зависит от уклона поверхности ($r=0,6$). Чем крупнее река, тем связь прослеживается отчетливее.

По данным морфометрических работ установлено, что в бассейнах изучаемых рек преобладают реки с правосторонней поймой с левосторонними горизонтальными деформациями. Они составляют от 39 % в бассейне Чепцы до 47 % в бассейне Ижа. Рек с разносторонней

поймой, без выраженной односторонней деформации русла в бассейне Сивы 19 %, а в бассейне Ижа, соответственно – 37 %.

Величина заиленности русел и мощность антропогенно обусловленного наилка на поймах варьируют по территории от 0 до 1,5-1,8 м и зависят в основном от степени хозяйственной освоенности водосборного бассейна.

При проведении повторных измерений на ключевых участках получены следующие результаты. Значения величин годового размыва берегов рек варьируют в значительных пределах. Максимальный размыв был отмечен в 2000 г. на р. Вятке у с. Крымская Слудка (13,35 м/год). Значительные величины бокового размыва характерны также для рек Чепца, Кильмезь, Вала, Сива, Иж, где на отдельных участках размыв достигал от 2,5 до 5,3 м. Средние величины годового размыва на большинстве исследуемых участков варьируют в пределах 0,5-1,5 м.

Плановые смещения русел определялись также путем сопоставления аэрофотопланов 1:10000 масштаба 1934 и 1987 годов съемки. Измерения осуществлялись в бассейнах р. Чепца (139 участков) и р. Иж (4 участка). За прошедшие 53 года величина среднего смещения русел по всем участкам составила 55,3 м. Максимальные значения для бассейна Чепцы варьируют в пределах 100-160 м, а для Ижа – 50-60 м.

Определение эрозионной прочности размываемых руслом отложений производилось в лабораторных условиях по методике Г.В. Бастраткова. Для анализа было отобрано 91 образцов пород нарушенной структуры, каждый весом около 2 кг (для 3-х кратной повторности анализа). Полученные средние значения сопротивления размыву варьируют в небольших пределах: от 3 до 16 ньютон, что объясняется преобладанием супесчаных и легко- и среднесуглинистых по механическому составу отложений и отсутствием в них водопрочных агрегатов.

Корреляционный анализ между величиной годового размыва русла и значением эрозионной прочности слагающих русло пород показал, что имеется тесная связь для малых ($r = -0,77$) и крупных рек ($r = -0,61$), а для средних рек связь оказалась не существенной ($r = -0,40$). Выявлены участки, опасные для хозяйственной деятельности и проживания.

ВЗАИМООТНОШЕНИЯ БАЛОЧНЫХ ФОРМ И РЕЧНЫХ ДОЛИН

На основе полевых и картографических (карт м.1:25000 и 1:50000) исследований можно выделить следующие критерии выделения типичной речной долины:

а) главные черты строения обусловлены деятельностью постоянного водотока: ящикообразный обычно асимметричный поперечный профиль, постоянное глубокое меандрирующее русло, четко сегментированная пойма; б) площадь водосбора не менее 5 км², длина постоянного водотока не менее 1 км; в) четкое деление речного аллювия на фации; г) достаточно резкие фациальные переходы; д) речной аллювий – хорошо отсортированные косослоистые русловые пески и галечники, горизонтально-слоистые пойменные супеси и суглинки и т.д.; е) постоянный водоток 2-го и более порядка; ж) возраст не менее 10000 лет (доголоценовый).

Критерии выделения балки: а) главные морфологические черты созданы временными водотоками: мульд-, V-образный или трапециевидный обычно симметричный поперечный профиль, слабоизвилистое неглубокое русло; б) площадь водосбора до 5 км², временный или постоянный водоток длиной до 2 км; в) слабое разделение или отсутствие деления на фации балочного аллювия; г) постепенные фациальные переходы – яркие следы склоновых процессов в донных осадках; д) балочный аллювий – слабо сортированное переслаивание песчано-суглинистого и крупнообломочного полуокатанного материала; е) постоянный водоток 1-го, максимум 2-го порядка; ж) возраст от первых десятков лет до 1,8 млн., т.е. четвертичный возраст (исключения составляют плиоценовые балочные формы).

Главными чертами оврага являются: а) V-образный поперечный профиль; б) не выраженный водосбор (для первичных оврагов); в) временный водоток; г) отсутствие фаций овражного аллювия – неотсортированного неокатанного обломочного материала; д) современная форма с незадернованными склонами и днищем.

Вятско-Камское междуречье отличается густой сетью балочных форм, превышающей густоту оврагов почти в 30 раз, а речных долин в 3 раза, при этом за балки в расчет принимались классические сухие балки или с временным водотоком, а постоянные водотоки 1-го порядка – в качестве малых рек. Высокие значения густоты балочной сети определяют и большие величины общей длины этих эрозионных форм. Если на юге региона они составляют первые тысячи километров, то в

северных частях десятки тысяч. Таким образом, во всем Вятско-Камском регионе среди эрозионных форм явно преобладают балки. На втором месте по густоте находится речная сеть. Такое соотношение характерно почти для всех крупных районов региона, кроме Восточного Предкамья Татарстана и Средней Удмуртии, где густота речной сети несколько превышает густоту балочной.

Балочные формы являются притоками рек любого порядка, расчленения надпойменные террасы, в большинстве случаев – первые, и коренные берега, а также занимают их верховья. С последним обстоятельством связана проблема проведения условной границы между балкой с постоянным водотоком и речной долиной.

В пространственном соотношении рек и балочных форм прослеживается некоторая закономерность – принимая за исток реки слияние водотоков первого порядка (ручьев длиной не менее 1 км), ниже по течению густота балочных форм уменьшается. Для крупных, средних и малых рек она проявляется по-разному. Для малых рек густота балочных форм уменьшается в 2 раза примерно через 5 км, для средних – в 7 раз примерно через 45-50 км. Их резкое преобладание в верхних частях склонов объясняется ведущей ролью здесь временных водотоков и увеличением количества постоянных водотоков и, соответственно, их значения в нижних частях. Это подтверждается снижением разницы густоты балочных форм при уменьшении абсолютной высоты рельефа. Например, при одинаковой глубине расчленения около 50 м, если густота балочных форм выше истока М. Ижа (160 м) составляет 1750 м/км^2 , а в нижнем течении 250-500 м/км^2 , т.е. меньше в 5 раз, то у Б. Ижа (210 м) – в 10 раз. Однако может наблюдаться и противоположная тенденция – М. Сарапулка выше истока имеет густоту балочных форм 1000 м/км^2 , а в нижнем течении 2000 м/км^2 . Это связано с увеличением именно глубины расчленения рельефа: в истоках – 30 м, в низовьях – 110 м.

Для крупных рек аналогичная закономерность сильно затуманивается влиянием местных условий рельефа. Если густота балочных форм вдоль Чепцы постепенно уменьшается, т.к. ее долина расположена в пределах возвышенности, которую она размывает и формирует свою низменность, то Кама пересекает и возвышенные и низменные полосы, поэтому устойчивого снижения густоты балочных форм вдоль нее не происходит. Скорее наоборот, в нижнем течении при подмыве Сарапульской возвышенности балочных форм становится больше, чем в верхнем течении и даже в истоках. Аналогичная картина и в отноше-

нии Вятки: верховья реки расположены в пределах Верхнекамской возвышенности, поэтому и густота балочных форм здесь повышена – около 1200 м/км^2 ; в среднем течении река пересекает Кильмезскую низменность, где их густота менее 100 м/км^2 ; в низовьях долина срезает окраину Можгинской возвышенности, что вызывает увеличение глубины расчленения рельефа (с минимальной отметкой для всего региона – 52 м) и, соответственно, возрастание густоты балочных форм – до 1000 м/км^2 и более. Уменьшение густоты балочных форм наблюдается и при изменении порядка рек.

При возрастании порядка реки густота балочных форм закономерно снижается, что вполне естественно, поскольку с повышением порядка рек происходит расширение, выполаживание, выравнивание, уменьшение абсолютных отметок их долин и увеличение количества постоянных водотоков. По этим причинам низменности характеризуются минимальными показателями развития эрозионных форм временных водотоков, в т.ч. балочных. Однако во многих случаях у рек третьего порядка наблюдается некоторое повышение густоты, что, возможно, связано с незначительным изменением орографических условий и увеличением площади водосбора.

УЧЕТ ЭРОДИРОВАННОСТИ ПОЧВ ПРИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКЕ ЗЕМЕЛЬ В БЕЛАРУСИ

*Смеян Н.И., Шибут Л.И. (РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси),
Черныш А.Ф. (Белорусский государственный университет)*

По данным последнего тура почвенных исследований на пахотных землях республики подтверждено эрозии 479,5 тыс. га, или 9,4 % от общей площади (табл. 1). Среди областей наибольшие площади эродированных почв выявлены в Минской – 108,6 тыс. га, Витебской – 100,8 тыс. га, Гродненской – 99,4 тыс. га и Могилевской – 97,5 тыс. га областях. В Брестской области общая площадь эродированных земель составляет 43,0 тыс. га, в Гомельской – 30,2 тыс. га. По удельному весу эродированных почв в общей площади пашни, области распределяются следующим образом: Гродненская – 13,4 %, Могилевская – 11,2 %, Витебская – 10,7 %, Минская – 9,9 %, Брестская – 6,0 %, Гомельская – 4,0 %.

Таблица 1

Эродированность почв по областям и ее влияние на оценку земель

Области	Площади эродированных земель				Средне- взвешенный по- правочный коэф- фициент	Сниже- ние оцен- ки в бал- лах
	всего		в том числе			
	тыс. га	%	водная, %	ветровая, %		
Брестская	43,0	6,0	4,6	1,4	0,993	0,2
Витебская	100,8	10,7	10,3	0,4	0,980	0,9
Гомельская	30,2	4,0	1,4	2,6	0,996	0,2
Гродненская	99,4	13,4	10,7	2,7	0,983	0,8
Минская	108,6	9,9	9,1	0,8	0,985	0,7
Могилевская	97,5	11,2	11,0	0,2	0,984	0,7
По респуб- лике	479,5	9,4	8,1	1,3	0,986	0,6

В Беларуси получила развитие как водная, так и ветровая эрозия (дефляция). Водная эрозия преобладает в северных и центральных частях республики (Витебская область – 10,3 %, Гродненская – 10,7 %, Минская – 9,1 %, Могилевская – 11,0 %). Ветровая эрозия чаще встречается на юге, где большие площади занимают легкие по гранулометрическому составу и осушенные торфяно-болотные почвы (Гомельская – 2,6 %, Брестская – 1,4 %). Значительные площади ветровой эрозии имеются также в Гродненской области – 2,7 %.

Среди районов республики наибольшие площади эродированных почв выявлены в Мстиславском – 60,6 %, Горецком – 38,4 %, Кореличском – 35,5 %, Новогрудском – 29,0 %, Гродненском – 23,2 %, Барановичском – 21,9 % и Минском (18,9 %) районах, где основной фон пахотных земель составляют почвы, развивающиеся на лессовых и лесовидных почвообразующих породах. Значительные площади эродированных земель имеются также в районах распространения холмистоморенного ландшафта: Браславский – 18,5 %, Городокский – 16,0 %, Лепельский – 15,3 %, Воложинский – 23,5 %, Логойский – 22,1 % и другие.

Учет влияния эродированности на плодородие почв осуществляется посредством введения снижающего поправочного коэффициента к баллу почв, определяемому по шкале. Причем величина этого коэффициента зависит от вида эрозии, степени эродированности и от культур для которых проводится оценка. По методике кадастровой оценки поправочные коэффициенты на эродированность определены отдельно для водной и ветровой эрозии по трем степеням (слабая, средняя, сильная) для 4 групп культур (зерновые и зернобобовые, пропашные, лен, многолетние травы) (табл. 2).

Поправочные коэффициенты к оценочным баллам почв на эродированность

Виды эрозии	Степень эродированности почв	Поправочные коэффициенты				
		в среднем	по культурам			
			зерновые и зернобобовые	пропашные	лен	многолетние травы
Водная эрозия	слабая	0,886	0,88	0,80	0,85	0,95
	средняя	0,728	0,72	0,60	0,66	0,82
	сильная	0,593	0,60	0,40	0,50	0,70
Ветровая эрозия	слабая	0,931	0,93	0,85	0,90	0,98
	средняя	0,896	0,90	0,83	0,87	0,93
	сильная	0,850	0,85	0,80	0,83	0,88

Снижение урожайности различных культур на эродированных почвах составляет от 5-20 % на слабосмытых почвах до 30-60 % на сильносмытых и от 2-15 % на слабодефлированных до 12- 20 % на сильнодефлированных почвах. На основании соотношения посевных площадей этих культур установлены средние поправочные коэффициенты на эродированность почв. При оценке земель эти поправочные коэффициенты в зависимости от вида и степени эрозии устанавливаются по каждому рабочему участку.

Согласно методике рабочие участки являются первичной территориальной единицей кадастровой оценки. Для них устанавливаются баллы бонитета почв и поправочные коэффициенты на другие факторы, снижающие урожайность сельскохозяйственных культур. Исходя из оценки рабочих участков, определяются средневзвешенные показатели более крупных территориальных единиц (хозяйств, районов, областей, республики). Таким образом были рассчитаны и обобщенные поправочные коэффициенты на эродированность почв. Средневзвешенный поправочный коэффициент на эродированность в целом по республике равен 0,986, что соответствует снижению балльной оценки на 0,6 балла (табл. 1). По областям это снижение изменяется от 0,9 балла в Витебской до 0,2 балла – в Брестской и Гомельской областях. По районам наблюдаются еще большие различия в эродированности почв и их влиянии на оценку. Максимальное снижение балльной оценки почв среди районов составляет 4,6 балла – Мстиславский район. Большое снижение имеют Кореличский (2,8 балла) и Горецкий (2,7 балла) районы. Значительны также снижения на эродированность в Барановичском, Городокском, Миорском, Ушачском, Гродненском,

Новогрудском, Воложинском, Логойском и Минском районах (2,0 – 1,3 балла). В то же время в республике имеется ряд районов, где эрозия почв практически отсутствует и не оказывает существенного влияния на снижение балльной оценки земель (Ганцевичский, Пинский, Буда-Кошелевский, Ельский, Лоевский, Наровлянский, Хойникский, Слуцкий, Солигорский, Бобруйский, Кличевский и др.).

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВЫ

Тихонравова П.И. (Почвенный институт им. В.В. Докучаева, РАСХН, Россия)

Исследованные серые лесные почвы Московской области характеризуются переуплотнением пахотного и подпахотного слоев, низким содержанием гумуса в пахотном слое почвы по сравнению с целинным аналогом.

Изменение физических свойств почвы влечет за собой изменение теплофизических показателей прежде всего пахотного слоя, меняя при этом условия аккумуляции и переноса тепла в генетическом профиле почвы. Несмотря на повышение плотности сложения пахотного слоя, а следовательно, и увеличение аккумулирующей способности, его объемная теплоемкость остается по сравнению с нижележащими горизонтами более низкой, увеличиваясь вниз по профилю в основном за счет большей плотности этих горизонтов. В этих условиях скорость переноса тепла также возрастает, при этом пахотный горизонт характеризуется максимальной тепло- и температуропроводностью, которые убывают с глубиной при увеличении содержания физической глины. Наибольшее влияние на теплофизические свойства почвы оказывает увлажнение (табл.1), которое вызывает неоднозначное изменение условий аккумуляции и переноса тепла в разных горизонтах, что определяется не только их генетическими особенностями, но и спецификой аккумуляции в них влаги. Объемная теплоемкость пахотного горизонта в интервале увлажнения от сухой почвы до влажности, соответствующей КВ, увеличивается в среднем в 2,6 раза, в подпахотных в 2,4 раза. Наибольшее увеличение тепло- и температуропроводности наблюдается в диапазоне увлажнения МГ-НВ. В пахотном горизонте температуропроводность увеличивается максимум в 1,5 раза (теплопроводность – 2,5 раза), в подпахотных соответственно в 2,0 и 3,0 раза. При оптимальном увлажнении (07 НВ-НВ) профиля почвы пахотный

горизонт, обладающий высокой теплопроводностью (особенно температуропроводностью) и низкой теплоемкостью способен быстрее передавать тепло, но нижележащие горизонты (A2B1, B1,B2 и особенно BC), характеризующиеся повышенной теплоемкостью и более низкой температуропроводностью препятствуют теплопереносу.

Теплообмен в почве вызывается разностью температур между поверхностью почвы и ее толщей. Интенсивность поступления тепла вглубь почвы зависит от теплофизических свойств генетического профиля, изменение которых подчинено сезонной динамике влажности и плотности почвы. Полученные закономерности по изменению теплофизических свойств генетических горизонтов в зависимости от степени увлажнения и изучение режима влажности серой лесной почвы под различными культурами в летний период разных по метеорологическим условиям годы позволили оценить условия аккумуляции и переноса тепла по профилю.

В летний период теплого и сухого года расход влаги на испарение и транспирацию наблюдался из верхнего метрового слоя почвы (холодного и влажного – из 50-ти см слоя, за исключением почвы под озимой пшеницей). Наибольшее иссушение серой лесной почвы отмечалось в летний период теплого года в пахотном горизонте, что привело к снижению теплопроводности в 1,5 раза, теплоемкости – в 1,4 раза. В пределах следующего метрового слоя почвы (или полуторометрового в холодный год) содержание влаги в почве практически не изменялось и эти слои оставались более теплоемкими и менее температуропроводными, что препятствовало теплопереносу и глубокому прогреванию почвенного профиля изучаемых почв.

Наблюдения за температурой серых лесных почв в течение июля – августа теплого года показали, что температуры выше 20⁰С наблюдались только в самом верхнем 10–ти см слое почвы. Температура 20⁰С во второй декаде июля в почве под пропашной культурой – картофелем достигала только 35 см, под травами не опускалась глубже 20 см. Глубже слоя суточного суточного теплооборота прогревание почвы замедлялось. В почве под травами температура 15⁰С в конце июля не проникала глубже 110 см, под картофелем отмечалась на глубине 150 см. В августе по мере уменьшения интенсивности приходящей радиации наблюдалось охлаждение профиля почвы (см. табл.1).

Таблица 1

**Теплофизические свойства серой лесной почвы
при различном увлажнении (пшеница)**

Горизонт, глубина, см	Теплофизические характеристики)	Влажность (% от объема почвы) соответству- ет					
		Сухая	МГ**	ВЗ	07НВ	НВ	КВ
Апах 0-10	Ср	0,908	1,115	1,281	1,930	2,365	2,491
	α	2,53	2,80	2,91	3,35	3,25	3,15
	λ	0,23	0,32	0,37	0,64	0,77	0,78
Апах 10-20	Ср	0,971	1,243	1,382	1,943	2,362	2,433
	α	2,36	2,50	2,75	3,21	3,27	3,22
	λ	0,23	0,31	0,38	0,62	0,77	0,78
А2В1 35-45	Ср	1,013	1,423	1,629	1,930	2,323	2,437
	α	1,93	1,78	2,08	2,55	3,12	3,23
	λ	0,20	0,25	0,34	0,49	0,72	0,78
В1 60-70	Ср	1,055	1,516	1,746	1,976	2,374	2,604
	α	1,86	1,75	2,23	2,65	3,10	3,26
	λ	0,20	0,26	0,39	0,52	0,73	0,85
В2 80-90	Ср	1,013	1,461	1,687	1,896	2,278	2,445
	α	1,56	1,55	1,85	2,21	2,85	2,77
	λ	0,16	0,23	0,31	0,42	0,65	0,68
ВС 140-150	Ср	1,097	1,587	1,834	2,014	2,407	2,641
	α	1,23	1,25	1,52	1,73	2,35	2,89
	λ	0,13	0,20	0,28	0,35	0,57	0,78

*Ср – объемная теплоемкость, 10^6 Дж/м³ град; α – температуропроводность, 10^{-7} м²/с;

λ – теплопроводность, Вт/м град.

**МГ – максимальная гигроскопическая влажность, ВЗ – влажность устойчивого завядания, НВ – наименьшая влагоемкость, КВ – капиллярная влагоемкость.

В летний период холодного года отмечалась более низкая прогреваемость почв. Самыми низкими температурами характеризовалась почва под озимой пшеницей, под кукурузой и свеклой почва прогревалась глубже. Температур выше 20⁰С в почве под озимой пшеницей практически не наблюдалось, в почве под свеклой и кукурузой они отмечались только в верхнем 5-10-ти см слое. Температура 15⁰С в начале июня проникала в почву под озимой пшеницей до глубины 40 см, под свеклой и кукурузой соответственно до 75 и 85 см. Температура 10⁰С в июне в почве под озимой пшеницей наблюдалась в слое 50-100 см, под кукурузой и свеклой в слое 100-150 см, в середине августа – глубже 200 см.

ВЛИЯНИЕ ОБРАБОТКИ ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ НА ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Тишук Л.А.¹, Касьяненко И.И., Юхновец А.В.¹, Цыбулька Н.Н.²

(¹РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси,

²Могилевский филиал РНИУП «Институт радиологии»)

Благоприятный водный режим одно из важных условий получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур на эродированных почвах. Установлено, что обработки почвы без оборота и перемешивания обрабатываемого слоя улучшают водный режим почвы и влагообеспеченность растений. Увеличение запасов влаги в почвенном профиле при безотвальных обработках объясняется: большим накоплением снега, уменьшением физического испарения воды из почвы за счет снижения интенсивности процессов диффузии и конвекции газообразной влаги, благодаря мульчирующему слою пожнивных остатков; повышением скорости водопроницаемости почвы; совместным эффектом – сокращением поверхностного стока и уменьшением потерь влаги при испарении. Преимущество безотвальной обработки перед отвальной вспашкой особенно проявляется в засушливые годы.

Существуют и другие точки зрения относительно влияния обработок на запасы влаги в почве. Установлено, что замена отвальной обработки безотвальным рыхлением не способствует накоплению влаги в почвенном профиле.

Проведенные нами на дерново-подзолистых, сформированных на мощных моренных суглинках, почвах разной степени эродированности исследования показали, что замена отвальной вспашки безотвальными чизельной и поверхностной обработками почвы в годы с устойчивым снежным покровом способствует дополнительному накоплению влаги в почвенном профиле. Наиболее существенное приращение влаги в весенний период по отношению к осенним запасам отмечается по безотвальной чизельной обработке. Так, запасы влаги в слое 0-50 см при этом способе обработки увеличились в сравнении с отвальной вспашкой в неэродированной почве на 17 мм, в сильноэродированной почве – на 21 мм. В вариантах с поверхностной обработкой приращение запасов влаги было меньшим – 10-12 мм.

Положительное действие безотвальных обработок на запасы влаги в почвах обусловлено наличием в поверхностном слое стерневых

остатков, которые создают условия для накопления и равномерного распределения снега и аккумуляции влаги в период снеготаяния.

Запасы продуктивной влаги в почвенном профиле при возобновлении весенней вегетации озимой ржи на незэродированной почве были выше, чем на сильноэродированной по отвальной вспашке на 10 мм, безотвальной чизельной и поверхностной обработках – на 5 и 31 мм, соответственно.

Недостаточное количество осадков и усиленное потребление влаги озимой рожью от фазы выхода в трубку до колошения привело к резкому снижению запасов ее в почве по всем видам обработок. На незэродированной и сильноэродированной почвах соответственно по отвальной вспашке на 62 и 67 %, безотвальной чизельной обработке – 56 и 60, поверхностной обработке – на 52 и 68 %.

При возделывании яровой пшеницы запасы продуктивной влаги в почвенном профиле также зависели от способов обработки почвы. В период сева культуры в вариантах с безотвальными обработками почвы запасы продуктивной влаги были выше, чем в вариантах с отвальной вспашкой в незэродированной почве на 17-22 мм, на сильноэродированной почве – на 16 мм. Дополнительному накоплению влаги при безотвальных обработках способствовало наличие в поверхностном слое почвы стерневых остатков, которые предохраняли почву от значительных расходов влаги на физическое испарение. Запасы продуктивной влаги по отвальной вспашке были ниже и соответствовали уровню недостаточной влагообеспеченности (ВРК – ВЗ), а по чизелеванию и дискованию – пониженной (в пределах ВРК).

Благодаря выпадению в третьей декаде мая значительного количества осадков (выше среднемноголетнего значения в 3,4 раза) запасы влаги в почвенном профиле в фазу выхода в трубку яровой пшеницы увеличились по отношению к ранневесенним запасам на 50-60 % по отвальной вспашке, на 25-31 – по безотвальной чизельной, на 3-9 % – по поверхностной обработке.

К концу вегетации яровой пшеницы запасы продуктивной влаги снизились, что объясняется неравномерным выпадением осадков в июле месяце. В третьей декаде июля сумма осадков была ниже на 68 %, что в итоге и сказалось на динамике запасов продуктивной влаги. Влагообеспеченность яровой пшеницы к периоду уборки была недостаточной.

Под многолетними травами запасы продуктивной влаги в слое 0-50 см практически не различались в зависимости от способа основной

обработки пахотного слоя под предшественник. Различия проявляются только в зависимости от степени эродированности почвы.

Водопотребление возделываемых культур изменялось по годам в зависимости от погодных условий и обработки почвы. Коэффициенты водопотребления в вариантах с безотвальными чизельной и поверхностной обработками были выше, чем по отвальной вспашке: озимой ржи на незэродированной и сильноэродированной почвах соответственно на 1,9-2,0 и 2,8-5,4; яровой пшеницы – на 0,6-0,9 и 1,3-1,5. Увеличение коэффициентов водопотребления растений по безотвальным обработкам объясняется более низким урожаем культур.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОФЛОРЫ ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ ПОЧВ БРЕСТСКОГО ПОЛЕСЬЯ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ

Усачева Л.Н., Шорох Н.В., Полицук Т.Н. (Отдел проблем Полесья НАН Беларуси)

Объектом исследования выбраны торфяно-болотные почвы, находящиеся на территории колхоза «Заря» Кобринского района, которые определили как: 1 участок – торфянисто-перегнойно (гумусово)-глеевая, маломощная (почвенная разновидность 23); 2 участок – торфяно-перегнойно (гумусово)-глеевая, среднемощная (24); 3 участок – торфяно-болотная перегнойно (гумусово)-глеевая, среднемощная (25а); 4 участок – торфяно-болотная, мощная (25б); 5 участок – торфянисто-перегнойно (гумусово)-песчанисто-глеевая (26); 6 участок – естественная торфяно-болотная мощная почва.

Образцы почв отбирали в вегетационные периоды 2001-2002 гг. с разных почвенных горизонтов. Методом люминесцентной микроскопии определяли количество и биомассу трех важнейших групп почвенных микроорганизмов – бактерий, актиномицетов и грибов в 1 г абсолютно сухой почвы.

Анализ результатов исследований показал, что по сравнению с 2001 г. количество и биомасса микроорганизмов в 2002 г. в почвах разновидностей 24, 25а и 25б изменились незначительно. Отмечены колебания численности бактерий, актиномицетов и грибов как в сторону увеличения (в 1,10 – 2,08 раза), так и в сторону уменьшения (в 1,12 – 1,36 раза). В то же время, в более деградированных почвах 1-го и 5-го участков (разновидности 23 и 26), где в 2001 г. была зафиксирована наименьшая биомасса микроорганизмов в 1 г

абсолютно сухой почвы, наблюдалось снижение количества всех трех изучаемых групп микроорганизмов.

Так, в почве разновидности 26 количество бактерий уменьшилось в 2002 г. в 1,69 раза, актиномицетов – в 1,37 и грибов – в 1,76 раза. В почве разновидности 23 биомасса бактерий снизилась с $(8,77 \pm 0,58) \cdot 10^{-5}$ г/г до $(6,52 \pm 0,68) \cdot 10^{-5}$ г/г ($p < 0,05$). Таким образом, биомасса почвенных микроорганизмов является одним из показателей состояния почвы, её плодородия, в том числе отрицательных процессов – процессов её деградации.

При подсчете биомассы выяснилось, что из трех основных функциональных групп почвенных микроорганизмов основная доля приходится на грибы, что согласуется с данными по численности и запасам микроорганизмов, полученными для пойменных почв, и несколько отличается от результатов сопоставления биомассы бактерий и грибов, обитающих в почвах тундровой зоны. Так, минимальное их количество (89,66 %) было зафиксировано на участке 5, а максимальное (95,02 %) на участке 3. Вклад бактерий в общую биомассу 1 г почвы составил, в зависимости от разновидности, от 3,25 % до 8,69 %, а актиномицетов – от 1,66 % до 2,20 %. В 2001 году доля грибов во всех изученных разновидностях почв составила 87,5–93,75 %; бактерий и актиномицетов – 4,25–10,5 % и 1,25–2,0 % соответственно.

В почвах практически всех исследованных участков наблюдалась сезонная закономерность изменения биомассы: пул грибов увеличивался с мая (в среднем $(165,68 \pm 43,54) \cdot 10^{-5}$ г/г) по август (в среднем $(208,20 \pm 62,66) \cdot 10^{-5}$ г/г), в отличие от бактерий, биомасса которых была зафиксирована как максимальная в мае $(8,98 \pm 1,05) \cdot 10^{-5}$ г/г), к июлю снижалась и снова возрастала в августе. Наибольшая биомасса актиномицетов зарегистрирована в почвенной разновидности 25б (май) – $7,76 \cdot 10^{-5}$ г/г, наименьшая – в почве разновидности 26 (август) – $0,72 \cdot 10^{-5}$ г/г. Для актиномицетов в изученных образцах почв в этот вегетационный период закономерность сезонного изменения их биомассы не выявлена.

Согласно полученным данным, биомасса всех групп микроорганизмов в совокупности выше в почве 25б $((309,78 \pm 8,06) \cdot 10^{-5}$ г/г абсолютно сухой почвы), что в 4,57 раза больше ($p < 0,01$), чем в почве разновидности 26, где биомасса микроорганизмов была наименьшей.

Так же достоверно значимыми были различия биомассы микроорганизмов почвы 25б с микроорганизмами, обитающими в почве разновидности 24 – в 1,53 раза ($p < 0,05$) и в почве 23 – в 2,93 раза ($p < 0,01$). Различия между биомассами микробов почв 23 и 24, 25а и 25б были недостоверными.

При сравнении количества микроорганизмов в окультуренных и естественных торфяно-болотных почвах выявлено, что оно достоверно не отличается на участках 3 и 6; 4 и 6 и снижено в 2,30 – 6,89 раза ($p < 0,05$) в почвах разновидностей 23, 24 и 26 по сравнению с естественным микробоценозом.

Таким образом, торфяно-болотные окультуренные почвы Брестского Полесья отличаются количеством и биомассой микроорганизмов, которые являются важным показателем биологической активности почв и могут служить отражением степени их деградации.

ПРЕДЕЛЬНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ СДВИГУ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЧВЕННОЙ СТРУКТУРЫ

*Хайдапова Д.Д. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)**

***Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 02-04-48087, № 03-04-48679**

Объектами исследования служили дерново-подзолистая среднесуглинистая почва (Московская область), серая лесная среднесуглинистая почва (Владимирская область), чернозем типичный тяжелосуглинистый целинный (степь Курской области), и находящийся в условиях вечного пара. Сопротивление сдвигу (СС) P_m (кПа) определяли пластометром Ребиндера при возрастающей нагрузке. Значение сопротивления сдвигу соответствующее точке полного разрушения всех структурных связей находили на кривой зависимости СС от нагрузки. При постепенном повышении нагрузки СС уменьшается и наконец наступает такой момент, когда при повышении нагрузки заметного изменения P_m не происходит. Это свидетельствует о том, что произошло полное разрушение всех структурных связей.

Пластическая прочность или сопротивление сдвигу при влажности предела текучести для всех исследованных вариантов колеблется в пределах от 15 до 40 кПа, при этом наименьшей прочностью обладают горизонты Апах и Е дерново-подзолистой почвы, а максимальной – Апах. чернозема типичного целинного. Для дерново-подзолистой и

серой лесной почвы вниз по профилю прочность возрастает, что, по-видимому, связано с утяжелением гранулометрического состава вниз по профилю. Чем меньше размеры почвенных частиц, чем тоньше создаваемые ими капилляры, тем выше кривизна менисков и удельная поверхность пор. Поэтому прочность создаваемая при увлажнении глинистых частиц будет выше. Иначе говоря, чем больше почва содержит глинистых частиц, тем прочнее она будет. Действительно, именно такую картину мы и наблюдаем в наших опытах.

Что касается чернозема степного, то повышенная прочность гор.А1, по-видимому, обусловлена повышенным содержанием органического вещества гидрофобного характера. Чернозем, находящийся в условии постоянного парования, характеризуется меньшей прочностью, чем степной. Вероятно, постоянная вспашка и отсутствие растительности способствует ускоренной минерализации органического вещества и ускорению деградационных процессов.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Сопротивление сдвигу или пластическая прочность является отражением структурного состояния и может служить количественным критерием устойчивости почвенной структуры к внешним воздействиям.
2. Исследованные почвы по прочности горизонтов А выстраиваются в следующий возрастающий ряд: дерново-подзолистые > серые лесные > чернозем.
3. С помощью такого параметра, как сопротивление сдвигу, можно количественно оценить происходящие в почве деградационные процессы.

ЭРОЗИЯ ПОЧВ – ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ – РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ЭРОЗИОННО-РУСЛОВЫХ СИСТЕМАХ

Чалов Р.С. (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Эрозия почв и русловые процессы – крайние звенья в работе водных потоков, обусловленной их взаимодействием с подстилающими грунтами (породами, почвами, отложениями), перемещением твердого вещества и в совокупности составляющими эрозионно-русловые системы. Перемещение твердого вещества определяет прямую связь между звеньями эрозионно-русловых систем. Эрозия почв, являясь фактором снижения плодородия почв и их ресурсного потенциала, приводит к заилению и деградации малых рек, ухудшению водообеспеченности регионов на юге лесной, в лесостепной и степной зонах, т.е. в сельскохозяйственно-освоенных регионах. Поэтому почвозащитное земледелие еще М.Н. Заславский было названо почвоводоохранным. При благоприятных геоморфологических условиях эти же регионы являются ареной развития овражной эрозии, которая, при максимальном развитии приводит к ликвидации на определенных территориях почвенно-земельных ресурсов, создавая также угрозу разрушения коммуникациям и инженерным объектам. При этом овражное расчленение – фактор, приводящий к невозможности или к весьма существенному осложнению любого, в том числе сельскохозяйственного, использования земель.

Избыточное количество наносов, поступивших в речную сеть вследствие эрозии почв, сказалось к 30-м годам XX века в обмелении русел больших рек в их среднем течении (например, Оки), чему способствовали климатические условия этого периода. Вне зоны сельскохозяйственного освоения подобное влияние носит местный характер, будучи приуроченным к районам вырубок леса (на севере Европейской территории России). В этот же период отмечено обмеление среднего Дона из-за активного развития овражной эрозии. В дальнейшем замедление темпов овражной эрозии из-за выработки её потенциала привело к сокращению влияния этого фактора на русла рек. Однако роль овражной эрозии сказывается, благодаря залповым выбросам большого количества твердого материала, в том числе грубообломочного, в

образовании перекатов возле конусов выноса из оврагов. На Дону и других реках, подмывающих расчлененные оврагами склоны возвышенностей, овражная эрозия – важный фактор образования перекатов. Потоки в оврагах иногда приобретают селевой характер, что приводит к выносу в реки такого количества материала, которое намного превышает их транспортирующую способность. Подобные селевые конуса выноса очень характерны для среднего Днестра. На р. Протве (приток Оки, Подмоскovie) селевой вынос из Егорова оврага 10 лет назад привел к размыву противоположного берега и формированию до сих пор существующего изгиба русла.

В целом непосредственное влияние эрозионных процессов (эрозии почв и овражной эрозии) на водосборах на состояние рек ослабевает по мере увеличения их размеров. Однако пересечение даже крупнейшими реками территорий, сложенных лессами и лессовидными суглинками, обуславливает изменения соотношения в стоке наносов рек взвешенной и влекомой его составляющих. В среднем и нижнем течении р. Хуанхэ, сток наносов которой формируется в пределах Лессового плато (интенсивность эрозии почв здесь свыше 300 тонн с гектара в год), доля влекомых наносов составляет менее 1 %, и руслообразующими являются взвешенные наносы с абсолютным преобладанием бассейновой составляющей их стока. В лесной зоне, где эрозия почв минимальна, преобладает сток влекомых наносов: его доля в общем стоке превышает 50 %, достигая иногда 80-90 %. На реках лесостепной и степной зон эти соотношения противоположены. Подобные закономерности хорошо прослеживаются в бассейнах Волги и Оби, а в пределах последней – на магистральной реке, текущей с юга на север: в степном Алтае преобладает сток взвешенных наносов, в зоне тайги – сток влекомых.

Обратное воздействие русловых процессов на развитие эрозии почв и овражную эрозию менее значимо. Оно проявляется в активизации овражной эрозии на подмываемых берегах рек и через неё – в усилении эрозии почв; отход реки от высоких берегов, как правило, сопровождающийся затуханием овражной эрозии, превращением оврагов в балки, хотя уже происшедшее овражное расчленение продолжает сказываться в распространении эрозионно-опасных земель и повышенном поступлении в реки продуктов эрозии почв.

Значительно большее влияние оказывают русловые процессы на земельные ресурсы на дне речных долин. В первую очередь это относится к луговым угодьям на поймах рек, являющихся кормовой базой

животноводства и местом выпаса крупного рогатого скота, а также ценным лесным (боровым) массивам на речных террасах (в основном на южных реках). Они безвозвратно утрачиваются, т.к. вновь возникающие намывные земли покрыты малоценным кустарником, лишены почвенного покрова, и для их превращения в луга требуются столетия. К отрицательным последствиям в отношении состояния лугов приводит врезание рек в нижних бьефах гидроузлов и при разработке русловых карьеров (происходит остепнение лугов, и для восстановления требуются обводнительные мелиорации). Противоположенные явления (подтопление и опесчанивание пойменных лугов) имеют место не только в зонах переменного подпора водохранилищ, но и выше по течению, если здесь развиваются процессы регрессивной аккумуляции (Обь выше Новосибирского водохранилища, Дон выше Цимлянского водохранилища). Положительным для состояния лугов в свое время были мельничные запруды и плотины малых ГЭС на малых реках. Благодаря им обеспечивалась влагообеспеченность пойм в засушливые сезоны года и высокая продуктивность пойменных лугов. После их ликвидации уровень грунтовых вод на пойме в межень понизился, а качество лугов резко ухудшилось.

КОНВЕНЦИЯ ООН ПО БОРЬБЕ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ / ДЕГРАДАЦИЕЙ ЗЕМЕЛЬ И АКТУАЛЬНОСТЬ ЕЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Черныш А.Ф., Яцухно В.М., Савченко А.В.

*(Белорусский государственный университет, Министерство природных ресурсов и
охраны окружающей среды Республики Беларусь)*

К числу глобальных экологических проблем, вызывающих озабоченность и особую тревогу мирового сообщества, относится деградация земель. В настоящее время на земном шаре в той или иной степени подвержено деградации около 30 % земельного фонда при ежегодной скорости расширения этого неблагоприятного процесса примерно на 15 млн. га земельных угодий. Существенный ущерб земельным ресурсам наносит водная и ветровая эрозия почв, массовое сокращение и фрагментация лесных и других естественных экосистем, неконтролируемое увеличение урбанизированных территорий, рост транспортных сетей, добыча различных полезных ископаемых, усиление техногенного загрязнения почв и др. Возрастанию реальной угрозы глобальной

деградации земель /почв способствуют негативные изменения климатических условий в последние несколько десятилетий, что привело к расширению территорий, подверженных опустыниванию и затронутых засухами и засушливыми явлениями. Впервые идея необходимости согласованных совместных действий всеми государствами мира в области борьбы с опустыниванием/деградацией земель была выдвинута на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (Бразилия) в 1992 г. Разработанная специальная Конвенция ООН по этой проблеме стала открытой для ее подписания странами мирового сообщества в октябре 1994 г. и вступила в силу 26 декабря 1996 г. К настоящему времени членами Конвенции являются 185 государств и Европейский Союз. Актуальность борьбы с опустыниванием/деградацией земель, а также необходимость более активного и безотлагательного ее осуществления в различных регионах мира очередной раз были подтверждены на Всемирном саммите по устойчивому развитию, который состоялся в Йоханнесбурге (ЮАР) в 2002 г. Республика Беларусь является полноправной стороной Конвенции с 27 ноября 2001 г. в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 17 мая 2001 г № 393 «О присоединении Республики Беларусь к Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием в тех странах, которые испытывают серьезную засуху/или опустынивание, особенно в Африке».

Обычно процессы опустынивания ассоциируются с разрушением растительного покрова и земель/почв, потерей биологической продуктивности экосистем, расширением ареалов пустынь за счет прилегающих территорий и географически индентифицируют их с аридными и полуаридными регионами. Одновременно они влияют на экологическое состояние земель гумидных зон посредством увеличения здесь числа и повторяемости засух и засушливых явлений. Отрицательное воздействие последних на почвенный покров усугубляется интенсивным использованием земельных и лесных ресурсов, изменением водного режима обширных территорий под влиянием гидромелиоративных мероприятий и водохозяйственного строительства, крупномасштабной трансформацией рельефа, нарушением регионального баланса между освоенными территориями и естественными экосистемами, ростом числа лесных и болотных пожаров и др. Применительно к гумидным регионам, учитывая многообразие проявления здесь форм деградации земель, в том числе последствия засух и риск опустынивания, в рамках Конвенции принято Приложение V. В нем отражены

особенности и направления борьбы с указанными неблагоприятными процессами, под действие которых попадает 22 стран Центральной и Восточной Европы, включая Республику Беларусь.

Применительно к природно-территориальным и хозяйственным условиям нашей страны уменьшение плодородия почв, потеря средоформирующих и ресурсо-воспроизводящих свойств ландшафтов, вызывающие экологические угрозы и экономические издержки, обусловлены проявлением следующих основных форм деградации земель: 1) водная, ветровая и агротехнологическая эрозия почв; 2) ускоренная деградация торфяных почв; 3) деградация земель в результате добычи торфа, строительных материалов, других полезных ископаемых, а также культуртехнических работ, дорожного, жилищного, промышленного и трубопроводного строительства; 4) негативное преобразование и ухудшение свойств почв при длительном их сельскохозяйственном использовании; 5) деградация земель лесного фонда в результате нерационального лесопользования, лесных и торфяных пожаров; 6) чрезмерные рекреационные, техногенные и другие антропогенные нагрузки на земли/почвы.

Стратегические цели, базовые принципы и основные задачи борьбы с деградацией земель, разработанные в результате консультаций с участием заинтересованных государственных органов, научных и общественных организаций, подробно изложены в Национальном докладе Республики Беларусь об осуществлении Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель. Перечень первоочередных практических действий, направленных на реализацию положений Конвенции регламентируется специально утвержденным Минприроды РБ планом мероприятий. Он включает 44 пункта по 5 направлениям: институциональные меры; научное сопровождение; мероприятия отдельных ведомств; мониторинг, оценка последствий и предупреждение деградации земель/почв; работа с общественностью и конкретными землепользователями.

К числу первоочередных и практически важных является реализация задач по экологической реабилитации деградированных в результате мелиорации торфяных почв и борьба с пожарами на осушенных болотах и лесах, защита почв от эрозии, реабилитация радиационно загрязненных земель. Успешному выполнению положений Конвенции должна способствовать разработка и утверждение в ближайшем будущем Генеральной схемы рационального использования и сохранения от деградации земель Республики Беларусь. Перед научными коллек-

тивами, занимающимися этой проблемой стоит задача определения объективных критериев и индикаторов разного вида деградированных земель, а также разработка их классификации и учета в статистических, нормативно-правовых проектных и рекомендательных документах.

АГРОТЕХНИЧЕСКАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВ БЕЛАРУСИ И КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЕЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Яцухно В.М. (Белорусский государственный университет)

Детальное площадное и профильное картографирование почвенного покрова в условиях мелкорасчлененного холмисто-маренного и лессово-западного рельефа Беларуси показали, что большинство ареалов эродированных почв приурочены к вершинам холмов, а также верхним частям и выпуклым перегибам склонов. Отсутствие на них гумусовых и нижележащих генетических горизонтов почв нельзя объяснить лишь только проявлением водной или ветровой эрозии. Характерные для указанных типов рельефа мозаичные структуры рассеивающих микроводосборов, короткие линии тока и относительно высокая устойчивость к водному и ветровому переносу связных суглинистых почв не создают необходимых условий для проявления эрозии в форме склонового водного стока или дефляции.

Эрозионная деятельность здесь в основном предопределяется работой почвообрабатывающих машин и орудий. Неравномерное (некомпенсированное) перемещение вниз по склону почвенного пласта при двух противоположных проходах агрегатов для основной и дополнительной обработке почв ведет к постепенной деградации и усилению пространственной неоднородности почвенного покрова. Этот процесс, получивший "механической или агротехнической эрозии" усиливается в связи с общей тенденцией роста числа технологических операций и скорости обработки почв. При этом количество пашни, подвергнутых данному виду эрозии, а также степень эродированности почв часто неэквивалентны некоторым энергетическим показателям рельефа (крутизна, длина, форма склонов, величина и форма водосборов и др.). Отличительной особенностью агротехнологической эрозии в сравнении с водной и ветровой эрозиями почв является: 1) отсутствие избирательной способности к переносу частиц различно-

го гранулометрического состава; 2) мгновенное перемещение обрабатываемого пахотного пласта по склону с одновременным припахиванием и обнажением нижележащих генетических горизонтов почв; 3) усиление агротехнологической эрозии и расширением масштабов ее проявления при увеличении числа выполняемых технологических операций и росте скоростей движения почвообрабатывающих орудий; 4) формирование на склонах и границах угодий агротехнологического микро-и нанорельефа; 5) возрастание опасности агротехнологической эрозии в условиях мелкорасчлененного короткосклонного рельефа и степени интенсивного ее проявления в зависимости от направления обработки почв на склонах.

Для определения величин агротехнической эрозии почв, числовым выражением которых служила разности перемещения центра тяжести пласта при двух противоположных направлениях движения почвообразующих агрегатов, нами были проведены полевые экспериментальные исследования. Они осуществлялись при вспашке почв плугом ПКС-4-35 в агрегате с трактором Т-75 на прямых склонах крутизной 0, 3, 7, 9, и 12°, а также при контурной вспашке почв вдоль горизонталей холмом с радиусом их кривизны 10, 20 и 30 м на склонах 3, 5, 7 и 9°. Перемещение центра тяжести пахотного пласта при его вспашке производилось с применением нумерованных шашек и точного профилирования борозды, а при дополнительной обработке (боронировании) с использованием маркирующего почву материала.

Объемная масса перемещенной почвы вниз по склону рассчитывалась по формуле:

$$V = F \cdot \Delta x = b \cdot h \cdot \Delta x, \text{ м}^3, (1)$$

где b - ширина склона, м; h - глубина вспашки, м; Δx - величина разности перемещения тяжести пласта при двух противоположных направлениях вспашки на склонах, м.

Общий объем перемещенной почвы с 1 га равен:

$$V_1 = \frac{b \cdot h \cdot \Delta x \cdot 10^4 \cdot \gamma}{lb} = \frac{h \cdot \Delta x \cdot 10^4 \cdot \gamma}{l}, \text{ т/га}, (2)$$

где γ - плотность почвы т/м³, 10⁴ - площадь 1 га в м².

При вспашке почв вдоль горизонталей холмов, величина агротехнологической эрозии определялось (поверхность холма принималась за конус) по формуле:

$$V_1 = 2\pi R \cdot h \cdot \Delta x \cdot \gamma, \text{ т, (3)}$$

где R - радиус кривизны горизонтали холма, м.

Величина перемещения центра тяжести обрабатываемого слоя (S , см) при бороновании двумя последовательно соединенными зубowymi боронами БЗСС-1,0 в агрегате с трактором ДТ-20 рассчитывалась по следующему уравнению:

$$S = \frac{l_0}{200} \sum_{i=1}^n p(2i-1) - \frac{\Delta}{2}, \text{ (4)}$$

где l_0 - длина интервала отбора образцов почв, см; i - порядковый номер интервала; p - количество маркирующего вещества в каждом образце в процентах массы и объема, см.

Объем перемещенной почвы единицы площади определялся использованием формулы (2).

При контурной вспашке почв холмов вдоль горизонталей с оборотом пласта вниз по склону нами было установлено, что наряду с горизонтальным его перемещением, отмечено уменьшение толщины пахотного слоя (Δa , см). Это явление было зафиксировано в результате точного профилирования поверхности почвы нивелиром Н-3 до и после вспашки. Для получения усредненных превышений на площадке 6х6 м определялись отметки высот через 2 м в 16 точках отсчета. Полученные данные позволили построить график, иллюстрирующей взаимосвязи изменения толщины слоя почвы при вспашке на холмах с разной привязкой горизонталей и вывести следующее уравнение:

$$\Delta a = a \left(1 - \frac{R}{R + L \cdot \cos(\gamma^R - \lambda)} \right), \text{ см (5)}$$

где a - глубина вспашки, см; R - радиус кривизны горизонталей холма в м; L - расстояние перемещения центра тяжести пласта вниз по склону, см; γ^R - угол между направлениями движения центра тяжести пласта с перпендикуляром борозды, град; λ - угол между радиусом кривизны горизонталей и радиусом поворота агрегата, град.

В результате обобщения экспериментальных данных по изучению агротехнологической эрозии почв было установлено, что ее интенсивность определяется характером почвообработки, техническими характеристиками направлением и скоростью движения почвообрабатывающих агрегатов на склонах, а также физико-механическими и водными свойствами почв, крутизной и длиной склонов. Это дало возможность построить расчетные номограммы для округления агротехнологической эрозии почв, которые могут успешно быть использованы при определении масштабов проявления этого вида почворазрушения и обоснования разработки проектов противоэрозионной организации территории.

КРУГЛЫЙ СТОЛ 3

АГРО- И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФОРМ ЖИДКИХ КОМПЛЕКСНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ КУЛЬТУРЫ

*Алексеев В.Н. (Учреждение образования «Гродненский
государственный аграрный университет»)*

В настоящее время ассортимент выпускаемых в Беларуси удобрений невелик, еще меньшая доля в его составе комплексных удобрений. В связи с этим, развитие производства удобрений в направлении расширения ассортимента жидких комплексных удобрений в Республике отвечает современным тенденциям мирового развития производства удобрений, позволяет удовлетворить потребность сельского хозяйства в отечественных жидких удобрениях.

ОАО «ГИАП» совместно с У.О. «Гродненский государственный аграрный университет» разработаны рецептуры и технологии получения жидких комплексных удобрений на основе азотного раствора карбамид – аммиачной смеси (КАС). Данная работа выполняется по программе ГНТП «Минеральные удобрения».

Синтезированы следующие жидкие удобрения: КАС с фосфором ($N-P_2O_5-K_2O=18:6; 12:12$), КАС с микроэлементами в хелатной форме, КАС с натрием, КАС с кальцием и магнием ($N - Ca - Mg = 18 - 5 - 5$), КАС+ фосфор + калий (18:6:6), КАС + фосфор + натрий (18:6:5), КАС + кальций + натрий (18:5:5), а также, эти же удобрения, но обогащенные (в разных сочетаниях) микроэлементами – Cu, Zn, B, Mn, Mo и др..

Агрохимическая эффективность новых видов ЖКУ на основе КАС изучалась в условиях полевых и производственных опытов на дерново-подзолистых связносупесчаных и легкосуглинистых почвах Гродненской области в период с 1997 по 2002 год. Выявлено положительное действие новых видов удобрений на урожай и качество яровой пшеницы и ячменя, капусты белокочанной, моркови. Прибавка уро-

жайности в зависимости от вида удобрений и культуры составила 10-30 %.

Удобрение КАС + P_2O_5 + K_2O + м/э более эффективным было на посевах моркови столовой при внесении его в виде некорневой подкормки в дозе 30 кг/га азота. Прибавка урожайности в среднем за 2 года по сравнению с КАС составила 33 %. Внесение этого же удобрения на посадках капусты белокочанной дало прибавку урожайности 10 %, а применение КАС + CaO + MgO + м/э – 19 %.

Такие виды удобрений как КАС + P_2O_5 + Na_2O + В и КАС + Na_2O + В повысили урожайность моркови столовой на 24-28 %. Применение новых форм жидких удобрений привело к снижению содержания нитратов в корнеплодах.

Проведены агрохимические испытания жидкого удобрения «Сульфат аммония – раствор (РСА)» производимого ОАО «Полимир» по технологии разработанной ОАО «ГИАП» в соответствии с рекомендациями У.О. «ГГАУ» по утвержденному в установленном порядке регламенту (содержание азота – 7,4 %, серы – 8,4 %).

Агрохимические испытания жидкого удобрения РСА проводились в 2000-2002 гг. на опытном поле У.О. «ГГАУ» и в хозяйствах Гродненской области (внесение в почву и некорневая подкормка на озимых и яровых зерновых, кукурузе).

Эффективность РСА на посевах яровой пшеницы в условиях дерново-подзолистых связносупесчаных почв опытного поля была на уровне эффективности КАС и твердого сульфата аммония вносимых по той же схеме (Фон + 60 кг/га азота в почву + 30 кг/га азота в подкормку). Аналогичные результаты получены на посевах кукурузы на зеленую массу.

Рекомендуется использовать жидкое удобрение «Сульфат аммония – раствор (РСА)» для приготовления новой формы удобрений АСУ (азот-серосодержащее удобрение) путем смешивания его с КАС или карбамидом для увеличения содержания в удобрении азота и уменьшения содержания серы (N:S=20:3-5).

Агрохимические испытания опытных партий жидких азотно-серосодержащих удобрений на основе азотного компонента (КАС, карбамид) и раствора сульфата аммония – отхода производства мономеров ОАО «Полимир» (АСУ), проведенные на опытном поле У.О. «ГГАУ» и в хозяйствах Мостовского района Гродненской области, подтвердили их эффективность.

Производство опытных партий новых видов ЖКУ начато на опытно-промышленной установке в КУП «Сельхозхимия» г. Мосты для применения под культуры открытого и закрытого грунта в хозяйствах области и в виде товаров народного потребления.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Бачила С.С. (Белорусский государственный университет)

Показатели и материалы кадастровой оценки земель являются важной основой эффективного использования потенциала земельных ресурсов Минской области. Их качество, продуктивность характеризуется интегральными показателями такими, как балл плодородия, общий балл кадастровой оценки, а также нормативным чистым доходом, дифференциальным доходом и др. Важным фактором продуктивности земель также являются агроклиматические показатели (Кадастровая оценка земель, 2000, 2002 гг.) Из сельскохозяйственных земель наиболее важными и интенсивно используемыми являются обрабатываемые земли (пашня, улучшенные сенокосы и пастбища). В качестве критерия подразделения этих земель на группы по благоприятности возделывания основных сельскохозяйственных культур положен нормативный чистый доход в у.е./га. Нормативный чистый доход характеризует зависящую только от качества земли сравнительную прибыльность производства продукции, реализуемой по цене, основанной на среднереспубликанских нормативных затратах. Он может использоваться при совершенствовании специализации на всех уровнях сельскохозяйственного производства и повышения его эффективности. При расчете нормативного чистого дохода стоимость продукции определялась в расчетных ценах, включающих нормативные затраты на возделывание сельскохозяйственных культур только самих сельхозорганизаций без учета затрат государства. Затраты на производство учитывались с учетом характеристики плодородия технологических свойств и местоположения земельных участков. Для сопоставления результатов расчет нормативных затрат производился при выровненных по среднереспубликанскому уровню внесения удобрений, обеспеченности трудовыми ресурсами и средствами механизации. Расчеты выполнялись в ценах на 1 октября 1998 г. в белорусских рублях с переводом в условные

единицы (у.е.), эквивалентные доллару США. Все обрабатываемые земли по благоприятности возделывания сельскохозяйственных культур на основе нормативного чистого дохода разделены на семь качественных групп: 1) наиболее благоприятные с нормативным чистым доходом более 236,9 у.е.; 2) благоприятные – 158,1 – 236,9; 3) хорошие – 79,0 – 158,0; 4) удовлетворительные 0,1 – 78,9; 5) неудовлетворительные 0 – (-78,9); 6) плохие (-78,9) – (-158,0); 7) самые плохие – ниже (-158,0) у.е. Выделенные семь качественных групп обрабатываемых земель нами подразделены на три категории: 1) *хорошие* земли, в нее вошли (1-3 группы); 2) *удовлетворительные* земли (4 группа); 3) *плохие* земли (5-7 группы). Следует отметить, что вторая категория земель (4 группа) занимает промежуточное положение, имея низкий положительный нормативный чистый доход на грани с отрицательным, которым характеризуется третья категория земель (5-7 группы).

В Минской области площадь обрабатываемых земель составляет 1 509 тыс.га, из них хорошие - 64,6 %, удовлетворительные – 24,8 %, плохие – 10,5 % В пяти районах Минской области (Мядельский, Логойский, Крупский, Березинский, Стародорожский) менее 50 % (33-50 %) хороших обрабатываемых земель. В восьми районах - хороших земель 70-80 %, в трех - более 80 %. Наибольший удельный вес хороших обрабатываемых земель в Несвижском районе 93 %, а в Мядельском наиболее низкий – 33 %. Процент неудовлетворительных земель по районам области колеблется от 9 до 40 %. До 10 % плохих земель в 11 районах, 10-20 % этих земель в 9 районах. Самый большой процент плохих земель в двух районах Мядельском и Логойском, соответственно 27 и 21 % .

Подразделение обрабатываемых земель на качественные группы и категории имеет важное значение для выделения в хозяйствах и районах площадей наиболее плодородных земель и на них концентрировать сельскохозяйственное производство. На основе группировки также можно выделять площади сельскохозяйственных земель с отрицательным нормативным чистым доходом, подлежащих частичному или полному исключению из сельскохозяйственного использования. Промежуточная категория неудовлетворительных земель (с низким нормативным чистым доходом на грани отрицательного) должна использоваться в зависимости от их удельного веса и хозяйственных экономических условий. Конкретное определение земель в хозяйствах с использованием материалов поучастковой кадастровой оценки для ис-

ключения из сельскохозяйственного использования требует уточнения их площадей на основе СПП (структуры почвенного покрова), комплексов почв и рельефа (микроландшафтов). Крупные оценочные участки могут иметь довольно разнообразный контрастный почвенный покров по свойствам почв и по плодородию.

На эффективность сельскохозяйственного производства, и особенно в затянувшийся кризисный период, большое влияние оказывает не только балл кадастровой оценки, но и основные и оборотные фонды, проявляющиеся в оснащении хозяйств техникой, удобрениями, средствами защиты растений, а также уровнем оплаты труда.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ В ЛАНДШАФТАХ ПОЛЕСЬЯ

Булыгин С.Ю., Ачасов А.Б., Трускавецкий С.Р., Гичка М.Н. (Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н. Соколовского», Украина)

Как известно, почва представляет собой сложную систему минеральных и органических веществ, которые влияют на её поглотительную и отражательную способность. Этот факт дает основания к применению дистанционных методов относительно диагностики химических свойств почв. Кроме того, методы дистанционного зондирования (ДЗ) позволяют осуществлять почвенно-геохимический мониторинг, значительно уменьшая при этом количество сложных и трудоёмких химических анализов, что существенным образом упрощает и снижает себестоимость геохимических исследований.

Одним из самых важных показателей, которые диагностируют химические свойства почв по материалам ДЗ, является спектральный коэффициент яркости (СКЯ). Этот показатель связан с такими важными характеристиками почв, как содержание гумуса, железа, разнообразных солей, минералогический состав, обменные катионы.

Сложность связей химических свойств почв с интегральным СКЯ вносит определенные коррективы в методику почвенно-химической диагностики по материалам ДЗ. Во-первых, влияние химических показателей на оптические свойства почвы может быть опосредованным, через корреляцию с контролирующими факторами, которые определяют яркость почвы непосредственно. Например, отмечается, что зна-

чимая корреляция между яркостью почвы и составом обменных катионов (Mg, Ca, Na, K) осуществляется косвенно, через корреляцию с характеристиками, которые прямо воздействуют на СКЯ (содержание гумуса, литологический состав почвообразующих пород и т.д.). Во-вторых, для количественного изучения связей интегрального СКЯ с химическими характеристиками почв необходимо определить влияние каждого из химических показателей, с тем, чтобы можно было определить их воздействие на интегральные спектральные свойства почвы. Например, влажность и содержание гумуса оказывают практически идентичное влияние на яркость почвы, что понижает возможность объективной количественной индикации этих показателей в отдельности. Была даже предложена методика дифференциации этих показателей, путем сравнения снимков, сделанных в различных диапазонах электромагнитного спектра.

Для объективной дистанционной диагностики одного химического показателя необходима относительная однородность по остальным. Например, для количественной индикации железа в почве пригодна территория с однородными показателями гумуса и влажности, так как все эти характеристики имеют сходную направленность связи с СКЯ. Подобная ситуация наблюдается в случае с другими “однонаправленными” показателями. В геохимических изысканиях, на использование результатов дистанционного зондирования будет накладываться ещё один фактор, который ограничивает возможности применения дистанционных методов - геоморфологический. Речь идет о том, что особенности рельефа территории влияют на перераспределение факторов, от которых зависит яркость изображения почв, и, прежде всего, - на влажность. Из-за влажности почв впадин и балок, где она выше воздушно-сухой даже в сухое время года, происходит систематическая ошибка определения содержания гумуса через СКЯ.

Перераспределение влаги по элементам рельефа, как известно, влияет на ход основных геохимических процессов в почвах: в гидроморфных условиях мы наблюдаем иной ход геохимических процессов, чем в автоморфных. Отсюда вытекает предположение, что характер связей оптических свойств почв с их химическими свойствами будет различаться в гидроморфных и автоморфных условиях.

Для проверки выдвинутой гипотезы использовались данные, которые включают яркости по трём диапазонам (спутник SPOT) и разнообразные химические характеристики почв. Из этого массива данных были сформированы два подмассива: с малыми и с большими высота-

ми. Таким образом, мы имели три группы данных: общую группу, группу с большими высотами (214-219 м над уровнем моря) и группу с малыми высотами (204-209 м). Каждая из этих групп подвергалась обработке методами математической статистики, после чего были получены корреляционные матрицы данных трёх групп. Проанализирован характер связей химических характеристик почвы с её яркостью.

Поставленная гипотеза нашла своё подтверждение. Эти результаты свидетельствуют о том, что информативность СКЯ в отношении обменных катионов является наиболее высокой в гидроморфных условиях депрессий рельефа. Именно в этих условиях оптические характеристики почвы могут диагностировать содержание обменных оснований с определенным уровнем достоверности. В то время как, информативность СКЯ в отношении гумуса будет наиболее высокой в автоморфных условиях.

Подтверждение целесообразности и необходимости дифференцированного подхода к изучению геохимических особенностей территории дистанционными методами мы получили также в ходе анализа закономерностей распределения пространственной корреляции СКЯ с химическими показателями. Следует предположить, что такая методика является перспективной, так как позволяет объективно выделить фрагменты космического снимка, где информативность СКЯ в отношении тех или иных химических показателей будет высокой. Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что изменения в пространственном распределении корреляций оптических и химических свойств почв связаны с особенностями рельефа исследуемой территории.

Выводы. Связь химических и оптических свойств почв опосредована контролирующими факторами, которые влияют на яркость почвы непосредственно.

Для объективной количественной индикации любого химического показателя в почве по СКЯ необходима однородность по иным показателям, которые имеют однонаправленную связь с СКЯ.

Характер связей оптических свойств почв с её химическими характеристиками в автоморфных и гидроморфных условиях будет различным, что является следствием перераспределения влаги по элементам рельефа, а соответственно и хода геохимических процессов.

Необходимо в ходе почвенно-геохимических исследований дистанционными методами придерживаться дифференцированного подхода к установлению корреляционных связей яркости космического

изображения с химическими свойствами почв в соответствии с геоморфологической структурой территории (по элементам рельефа).

ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Бусько Е.Г. (Брестский государственный университет им. А.С.Пушкина)

Проведено изучение особенностей аккумуляции ряда типичных для загрязненных урбанизированных территорий химических элементов, в том числе группы тяжелых металлов и серы, в отдельных структурных частях древостоев и почвах биогеоценозов, составленных главной лесообразующей породой Беларуси – сосной. Исследования выполнены в насаждениях, функционирующих в пригородных зонах городов Беларуси – Минск, Гомель, Витебск, Могилев, Брест, Гродно, Мозырь, Новополоцк и Новолукомль и в типологически однородных насаждениях аналогичного класса возраста, расположенных на заповедных территориях Национальных парков «Беловежская пушча», «Припятский», Березинского биосферного заповедника, заказника «Налибокская пушча» и Октябрьском лесхозе Гомельской области. С целью получения сравнительных показателей были заложены стационарные пробные площади в пригородной зоне каждого вышеуказанного промышленного центра на расстоянии 2, 4, 8 и 12 км от городской черты; в контрольных аналогах их количество было 3-4.

Для выявления тенденций в трансформации химического состава дерново-подзолистых почв, наиболее широко распространенных на территории Беларуси, под воздействием техногенных загрязнений, была определена частота проявления отклонений от контроля как в сторону усиления, так и ослабления аккумуляции элементов в целом для всех стационаров, что дает представление об общей картине происходящих изменений на региональном уровне.

Было установлено практически повсеместное усиление накопления Cd, Pb, Mo, и N и единичное – Si, P, K, Al и Fe. Остальные элементы занимали промежуточное положение. Однако значительная часть выявленных превышений относительно контроля оказалась несущественной, не достигнув условной 30 % отметки. Количество же «аномальных» превышений варьировало от 11 до 67 % от общего числа

фактов усиления аккумуляции. Лидирующее положение среди них принадлежало N, Mo, Na, Ni и Cd.

Если расположить изучаемые элементы в соответствии со снижением, частоты проявления условно аномальных (свыше 30 %) превышений относительно контроля в почвах стационаров, то получим следующий ряд: $N = Mo > Na = Ni = Cd > S = Pb = Sr > Ca = Cr > K = Mg = Fe = Mn = B = Cu = Zn = Co > Al$.

Сравнение этой последовательности элементов с наблюдаемой для лесной подстилки показало, что в почвах промышленных зон региона более распространенный характер обретает закрепление в верхнем гумусовом горизонте N и Mo и менее распространенный – Fe, Mn и Zn. Биогенная аккумуляция первой пары элементов всегда способствовала повышению почвенного плодородия, поэтому обогащение ими бедных лесных подзолистых почв может рассматриваться как позитивный момент в трансформации их химического состава в техногенной среде.

Наиболее распространенный характер при этом имело усиление вымывания Mg. По мере снижения частоты отрицательных аномалий элементы располагались в следующей последовательности: $Mg > Ca = P = Al = Fe = B > S = Mn = Zn = Ni = Cr = Pb = Mo$.

Если обратиться к фактическим размерам превышения концентраций наиболее аккумулируемых элементов над контролем на каждом из 9 стационаров, то окажется, что уровень этих отклонений заметно варьирует от 1,7-2,4 на Новополоцком, Новолукомльском, Витебском, Мозырском, Гродненском и Брестском стационарах до 3,0-5,0 на Могилевском, Гомельском и Минском. По степени усиления аккумуляции в почве можно вычленил наиболее агрессивные для каждого стационара поллютанты.

Например, для Минского, отличающегося наиболее широким их набором, это Pb, Mn и Ni (в 3,1–5,2 раза); для Гродненского – Mg, Cr и Mo (в 2,1–2,3); для Брестского – Cu (в 2,4); для Могилевского – Na (в 3,0); для Гомельского – Sr (в 3,7); для Новолукомльского – Zn (в 1,7); для Витебского – Ni и Cd (в 1,7); для Мозырского – Sr и Ni (в 1,7 – 2,0), для Новополоцкого – Co и Cr (в 1,6 – 1,7 раза).

По набору наиболее сильных загрязнителей почвы стационаров заметно различаются, но все же можно выявить и некоторые общие для них ключевые компоненты – Cr для Гродненского и Новополоцкого стационаров, Ni – для Минского, Витебского и Мозырского, Sr – для Гомельского и Мозырского стационаров.

Ведущие позиции занимают наиболее подвижные мигранты, к которым на Новополоцком, Новолукомльском и Витебском стационарах принадлежит Mg, на Могилевском и Гродненском – P, на Брестском – Sr, Мозырском – Mo.

Сопоставление рядов элементов с ослаблением аккумуляции >30 % в почве и лесной подстилке сосновых фитоценозов в промышленной зоне показало, что спектр наиболее подвижных мигрантов в первом случае оказался намного уже, чем во втором (за исключением Новополоцкого и Брестского стационаров). Более того, лишь незначительная часть мигрантов оказалась общей для почв и подстилки на исследуемых стационарах. К их числу следует отнести Mg на Новополоцком и Витебском стационарах, Sr и Mg на Брестском, Mg и B – на Новолукомльском, Mo – на Мозырском.

КОБАЛЬТ И ЙОД В ПОЧВАХ БЕЛАРУСИ

*Вильдфлуш И.Р., Цыганов А.Р., Лапа В.В., Рак М.В.
(Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)*

Кобальт и йод в условиях Беларуси являются дефицитными элементами. Целью исследований было определение по областям республики содержания в почвах и растениеводческой продукции кобальта и йода. Почвенные и растительные пробы отбирались в хозяйствах и стационарных опытах с удобрениями, проводимых научно-исследовательскими учреждениями и вузами. Определение в почве и растениеводческой продукции кобальта проводилось методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии, а йода – кинетическим радонидно-нитритным методом.

Определение подвижного кобальта в 1 м HNO₃ вытяжке в почвах Брестской, Гомельской, Гродненской, Минской и Могилевской областях показало, что оно, согласно принятой в республике градации, во всех изучаемых дерново-подзолистых и торфяно-глеевой почве его содержание было низким (табл. 1). В большинстве случаев содержание подвижного кобальта в дерново-подзолистых суглинистых почвах было выше, чем в супесчаных.

Содержание кобальта в почвах и растениеводческой продукции

Место отбора образца, варианты опыта	Содержание кобальта в растениях, мг/кг сухой массы	Содержание подвижного кобальта в пахотном горизонте, мг/кг
1	2	3
Экспериментальная база «Эсса» Крупский район, Минской области		
<i>Дерново-подзолистая легкосуглинистая почва</i>		
<i>Клевер /сено/</i>		
P ₆₀ K ₉₀	0,40	0,19
P ₆₀ K ₉₀ Co 0,3	0,45	0,59
1	2	3
Опытное поле «Тушково»		
<i>Яровая пшеница /зерно/</i>		
N ₉₀ P ₅₀ K ₉₀	0,42	0,72
<i>Картофель /клубни/</i>		
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₂₀	0,53	0,80
Экспериментальная база «Стреличево», Хойникский район, Гомельская область		
<i>Клевер /сено/</i>		
P ₇₀ K ₉₀	0,3	0,13
P ₇₀ K ₉₀ Co 0,05	0,5	0,56
Могилевская опытная станция		
<i>Озимая пшеница /зерно/</i>		
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₀₀	0,06	0,60
<i>Ячмень зерно</i>		
N ₉₀ P ₇₀ K ₁₀₀	0,10	0,12
Колхоз «Россия» Щучинский район Гродненской области		
<i>Картофель /клубни/</i>		
	0,12	0,12
Колхоз «40 лет октября» Ивановский район Брестской области		
<i>Торфяно-глеевая почва</i>		
<i>Озимая тритикале /зерно/</i>		
	0,20	0,37

При выращивании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах содержание кобальта в сене клевера, в зерне яровой пшеницы, клубнях картофеля было на нижней границе оптимума или приближалось к нему. На дерново-подзолистой супесчаной и торфяно-глеевой почве оно составляло 12 – 75 % от оптимального. Некорневая подкормка сернокислым кобальтом позволила увеличить его содержание в сене клевера на 67% и довести до оптимального для кормовых культур (табл. 2).

Содержание йода в почвах и растениеводческой продукции

Место отбора образ- ца, варианты опыта	Содержание йода в расте- ниях, мг/кг сухой массы	Содержание общего йода в пахотном горизонте, мг/кг
Могилевская опытная станция		
<i>Дерново-подзолистая супесчаная почва</i>		
<i>Озимая пшеница /зерно/</i>		
N90P70K100	0,06	0,60
<i>Ячмень /зерно/</i>		
N90P70K100	0,10	0,72
<i>Картофель /клубни/</i>		
Навоз 40 т/га + N90P70K100	0,13	0,76
Экспериментальная база «Стреличево», Хойникский район, Гомельская область		
<i>Дерново-подзолистая легкосуглинистая почва</i>		
<i>Яровая пшеница /зерно/</i>		
N80P80K100	0,10	0,94
N80P80K100 J	0,12	0,95
0,1		
1	2	3
<i>Клевер /сено/</i>		
P40K90	0,16	0,76
P40K90 J 0,1	0,91	0,76
Горецкий район, Могилевская область, опытное поле «Тушково»		
<i>Картофель /клубни/</i>		
N90P70K120	0,13	0,20
<i>Горох /зерно/</i>		
N50P40K60	0,06	0,47
<i>Овес</i>		
N70P50K90	0,30	0,25

В дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах содержание йода в зерне яровой пшеницы, овса, гороха, сене клевера, клубнях картофеля находилось в пределах 20 – 75 % от оптимального. Некорневая подкормка йодистым калием в дозе 100 г д.в. позволила увеличить содержание йода в сене клевера в 4,7 раза и довести его до оптимального.

О РОЛИ ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫХ ЧАСТИЦ В НАКОПЛЕНИИ ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ, ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ И НЕКОТОРЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Воробьев В.Б., Седукова Г.В., Головатый С.Е.

*(Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
РУП "Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)**

***Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ**

Объектом наших исследований служила дерново-подзолистая легкосуглинистая почва, развивающаяся на лессовидном суглинке, подстилаемом мореной глубже 1 м. Ее пахотный горизонт характеризовался следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 1,01–1,22 %, $pH_{КСГ}$ 5,7, Нг – 1,37 мг-экв/100 г почвы, степень насыщенности основаниями составляла 89 %.

Выделение из почвы органо-минеральных частиц размером менее 0,01 мм проводили по методу А.Ф. Тюлина в модификации В.У. Пчелкина. Определение содержания гумуса в почве и органо-минеральных частицах – по И.В. Тюрину в модификации В.Н. Симакова, подвижных гумусовых веществ – по М.А. Егорову, валового азота – по Кьельдалю, подвижных соединений фосфора и калия – по методу А.Т. Кирсанова. Определение содержания валовых форм тяжелых металлов сжиганием в смеси кислот $HClO_4 + HCl + HF$.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что пахотный горизонт исследуемой почвы содержит в среднем около 15 % органо-минеральных частиц размером менее 0,01 мм, среди которых преобладает 2-я группа частиц.

При довольно низком содержании гумуса в почве в частицах 1-й группы его было накоплено от 2,37 до 3,34 %, а в частицах 2-й – от 4,06 до 5,07 %, что превышает аналогичный показатель в почве соответственно в 2,3–2,7 и в 3,7–4,2 раза. В целом, доля гумуса, аккумулярованного в пленках-гелях частиц менее 0,01 мм, составляла 48,30–57,40 %. Причем преобладающая роль в накоплении гумусовых веществ почвы принадлежит частицам 2-й группы. Так, если на долю частиц 1-й группы приходилось от 12 до 17 % органического углерода почвы, то на долю органо-минеральных частиц 2-й группы – 32–43 %. При этом, содержание гумуса в изучаемых частицах зависит от содержания гумуса в почве в целом. Средний коэффициент корреляции, характеризующий взаимосвязь между содержанием гумуса, аккумуляиро-

ванного в пленках-гелях частиц 1-й и 2-й групп и содержанием гумуса в почве составил 0,70 и 0,76, соответственно.

Содержание углерода подвижных гумусовых веществ (по Егорову) в частицах 1-й группы колебалось от 0,445 до 0,716 %, 2-й – от 0,468 до 0,685 %. При этом, степень подвижности гумуса (содержание углерода подвижных гумусовых веществ от углерода гумуса) частиц 1-й группы составляла 32, 2-й – 22 %. В среднем долевое участие частиц 1-й и 2-й групп в аккумуляции подвижных гумусовых веществ от их количества в почве было равно соответственно 20 и 33 %.

Гумус органо-минеральных частиц размером менее 0,01 мм имеет более широкое соотношение между $C_{гк}:C_{фк}$, чем гумус почвы в целом. Так, при фульватном типе гумуса почвы (в среднем $C_{гк}:C_{фк} - 0,4$), частицы 1-й группы имеют фульватно-гуматный ($C_{гк}:C_{фк} - 0,9$), а 2-й – гуматный ($C_{гк}:C_{фк} - 1,2$) типы.

Органо-минеральные частицы почвы размером менее 0,01 мм принимая активное участие в аккумуляции гумусовых веществ, накапливают значительное количество основных элементов минерального питания растений. При валовом содержании в почве азота от 0,12 до 0,16 %, в частицах 1-й группы его содержалось 0,23–0,34 %, а в частицах 2-й – 0,39–0,67 %. То есть в частицах 2-й группы было аккумулировано в среднем в 1,8 раза больше азота, чем в частицах 1-й группы. В целом, частицы 1-й группы аккумулируют около 14, а 2-й группы – около 34 % азота от его содержания в почве.

Содержание подвижных соединений фосфора в пахотном горизонте почвы варьировало в пределах 100–290 мг/кг почвы. В частицах 1-й группы значение данного показателя колебалось от 230 до 551, а во 2-й – от 300 до 725 мг/кг почвы. В среднем органо-минеральные частицы размером менее 0,01 мм аккумулируют около 39% подвижного фосфора почвы. При этом, на долю частиц 1-й группы приходится 14, а 2-й – 25 %.

При определении роли частиц в аккумуляции подвижных соединений калия было установлено, что на долю частиц 1-й группы приходится около 8, 2-й – 15 % от их содержания в почве в целом. Абсолютное содержание K_2O в почве находилось в пределах 83–126 мг/кг, в частицах 1-й и 2-й групп – 125–139 и 150–189 мг/кг почвы соответственно.

Мы попытались установить роль органо-минеральных частиц размером менее 0,01 мм и в аккумуляции некоторых тяжелых металлов. Содержание свинца, цинка и кадмия в исследуемой почве было

равно 14,91, 23,69 и 0,02 мг/кг соответственно. При этом, частицы 1-ой группы содержали 19,95 Pb, 70,54 – Zn и 0,01 мг/кг почвы Cd, частицы 2-й группы соответственно 22,53; 93,96 и 0,02 мг/кг почвы.

Рассчитав долевое участие каждой из групп частиц в накоплении тяжелых металлов, было установлено, что из валового содержания в почве Pb частицы 1-й группы накапливают его около 10, 2-й – 15 %; Zn – 23 и 37 % и Cd соответственно 3 и 4 %.

Из общего содержания тяжелых металлов в органо-минеральных частицах размером менее 0,01 мм на долю частиц 1-й группы приходится 41 % в аккумуляции свинца, 38 % в накоплении цинка и 42 % – кадмия. На долю частиц 2-й группы соответственно 59, 62 и 58 %.

Таким образом, органо-минеральные частицы размером менее 0,01 мм аккумулируют значительное количество гумусовых веществ, основных элементов питания и тяжелых металлов, содержащихся в почве. Приоритетное значение в этом процессе принадлежит 2-й группе частиц.

ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Гледко Ю.А. (Белорусский государственный университет)

В настоящее время в Республике Беларусь открытым способом разрабатывается около 300 месторождений глин, песка, песчано-гравийных смесей, карбонатного сырья (мел, доломит, мергель), а также сотни мелких, не учтённых балансом, запасов месторождений строительных материалов, используемых для местных нужд. Огромная по площади и глубине выработка карьера (Микашевичи) создаёт понижение уровня подземных вод почти всех водоносных горизонтов. Химический состав преобладающих в разрезе гранитов, диоритов, гранодиоритов и других пород, добываемых в карьере, помимо основного породообразующего соединения SiO_2 (48-78 %), представлен и другими компонентами (Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , TiO_2 , CaO , MgO_2), микроэлементами (V, Cr, Ni, Co, Cu, Sn, Sr, Ba и др.). В районе месторождения развиты преимущественно подзолистые почвы с характерной окислительной обстановкой среды, которые отличаются повышенной реакционной способностью к воздействию техногенных загрязнителей. В

итоге степень растворения и поглощения многих химических элементов повышается и увеличивается их токсичность.

В районах подземных выработок к наиболее опасным процессам относятся: деформации осадочных толщ над отработанными участками; изменение гидрогеологического режима прилегающих территорий; формирование специфического индустриально-промышленного ландшафта, химическое загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод. В районе разработки месторождения калийных солей происходит загрязнение атмосферы пылегазовыбросами обогатительных фабрик и интенсивные процессы загрязнения (засоления) почвенного покрова. Общая площадь почв, подверженных засолению, достигает 900 га, из которых на долю загрязнения пылевыми отходами приходится около 85 %, остальная площадь засолена рассолами солевых вывалов. Преобладающими солями в засоленных почвах являются хлориды натрия, калия и кальция (NaCl , KCl , CaCl_2), в незасоленных – соли кальция ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и CaSO_4).

В зависимости от состава грунтов зоны аэрации, влияющей на уровень капиллярного поднятия и испарения грунтовых вод (для условий Солигорского района от 1 до 2 м), происходит периодическое высаливание хлоридно-натриевых солей в пахотно-почвенном слое в сухие периоды года. При выпадении атмосферных осадков происходит обратный сброс солей через зону аэрации грунтов. Продолжительность пребывания загрязняющих компонентов в почвах гораздо больше, чем в других частях биосферы, а загрязнение почв, особенно тяжёлыми металлами, практически вечно. Процессы засоления усугубляются процессами затопления, подтопления и заболачивания земель при опускании земной поверхности над отработанными горными выработками.

Таким образом, можно выделить следующие основные особенности загрязнения почвенного покрова в районах добычи различных видов полезных ископаемых: изменение состава и свойств почв (засоление, загрязнение тяжёлыми металлами и т.д.); механические повреждения почвы в процессе разработки месторождений; увеличение суффозии и механического уплотнения грунтов (оседание поверхности), подтопление и заболачивание территории.

СОДЕРЖАНИЕ ЦИНКА В ПОЧВАХ, КОРМАХ И РАЦИОНЕ ЖИВОТНЫХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Головатый С.Е.¹, Гирис Д.А.², Позывайло О.П.²
(¹РПУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси, ²РНИУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышеслесского НАН Беларуси»)

Результаты агрохимического картирования почв Республики Беларусь свидетельствует о том, что около 50,2 % почв пахотных и 40,1 % кормовых угодий имеют низкую обеспеченность цинком (менее 3,0 мг/кг для минеральных почв). В тоже время около 12,2 % всех обследованных сельскохозяйственных угодий имеют избыточное содержание Zn или частично загрязнены этим элементом. Из них 35,2 тыс.га загрязнены цинком в концентрациях выше установленных норм (ОДК).

Результаты наших исследований свидетельствуют, что содержание цинка в кормах колеблется в широких пределах. Так концентрация цинка в травянистых кормах, составляющих основу рациона для крупного рогатого скота, составляет в сенаже в среднем 6,2 мг/кг с кратностью колебаний 7,1 раз, в силосе 5,52 мг/кг с кратностью колебаний 5,8 раз, в зеленых кормах 5,5 мг/кг с кратностью колебаний 8,0 раз. Аналогичные диапазоны колебаний содержания цинка наблюдаются в кормах других видов.

Суточное потребление цинка в рационе коров колебалось в пределах 156-650 мг, в рационе откормочных животных от 133 до 440 мг. Беспорядочное чередование низких и высоких уровней цинка в питании животных приводит к дисбалансу минералов, нарушению функционального состояния организма и накоплению металлов в животноводческой продукции. Содержание цинка в говядине обнаружено на уровне 0,75-1,0 МДУ в 15 %, свыше 1,0 МДУ – 1 % от числа обследованных хозяйств.

В наших исследованиях установлено, что допустимая суточная доза цинка в рационе для молочных коров составляет 550 мг, для откормочных животных – 450 мг. Так как цинк из натуральных кормов хорошо накапливается в мышечной ткани и легко экскретируется с молоком, то в основу среднего уровня цинка в рационе коров нами определено, что среднесуточное потребление его должно составлять 300-450 мг. Исходя из среднесуточного потребления цинка, норм

скармливания и удельного веса кормов в рационе крупного рогатого скота нами определено, что нижний предел концентрации цинка в кормах, обеспечивающий физиологическую потребность животных в этом элементе составляет: в зерне фуражном – 15,1 мг/кг; сене, соломе, сенаже – 10,1 мг/кг, силос – 6,1 мг/кг, корнеклубнеплоды – 3,6 мг/кг, зеленые корма – 6,1 мг/кг корма натуральной влажности. Эти показатели положены в основу среднего уровня содержания цинка в кормах.

Более низкие концентрации цинка в кормах не могут обеспечить физиологическую потребность животных и, поэтому, отнесены к низкому уровню содержания цинка в кормах. К избыточному уровню отнесены концентрации цинка выше максимально допустимых (МДУ) уровней его в кормах, и к высокому – на уровне 0,75 МДУ.

Результаты исследования кормов, производимых в хозяйствах Республики Беларусь для получения говядины и молока, показаны в таблице 1.

Таблица 1

Уровни содержания цинка в кормах, производимых в хозяйствах Республики Беларусь для получения говядины и молока в 2000-2003 годах

Вид корма	Исследовано проб	Из числа исследованных проб отнесено к уровням, %			
		низкий	средний	высокий	избыточный
Зерно фуражное	43	79	14	7	-
Сено	36	72	28	-	-
Солома	28	93	7	-	-
Сенаж	38	95	-	5	-
Силос	31	75	7	12	6
Корнеклубнеплоды	28	90	10	-	-
Зеленые корма	28	50	26	16	8

Установлено, что в зависимости от вида корма, от 50 до 95 % используемых в производстве молока и говядины кормов отнесено к низкому уровню содержания цинка и не могут обеспечить физиологическую потребность животных в этом элементе. Из основных кормов используемых в кормлении крупного рогатого скота к среднему уровню относятся: зерно фуражное – 14 %, сено – 28, солома – 7, силос – 7, корнеклубнеплоды – 10, зеленые корма – 26 %. Вместе с тем, высокий и избыточный уровень содержания цинка в кормах отмечается: в зерне фуражном – 7 %, сенаже – 5, силосе – 12, зеленых кормах 24 %.

Эти данные указывают на необходимость постоянного контроля за содержанием цинка в кормах для животных и суточного его потреб-

ления в общем рационе, для получения высококачественной животноводческой продукции.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРА СМЕШИВАНИЯ ПОСЕВОВ НА НАКОПЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В СИДЕРАЛЬНЫХ АГРОСООБЩЕСТВАХ

Гребенников А.М. (Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Россия)

Оценка эффекта от смешивания посевов культур проводилась на стационаре Петринского опорного пункта Почвенного института им. В.В. Докучаева (Курская область) в полевом опыте, состоящем из 9 вариантов: 1 – кукуруза сорта «Бемо»; 2 – соя сорта «Октябрьская»; 3 – подсолнечник сорта «Енисей»; 4 – пайза сорта «Удалая»; 5 – кукуруза + соя; 6 – кукуруза + пайза; 7 – соя + пайза; 8 – соя + подсолнечник; 9 – подсолнечник + пайза. Опыт закладывался в трёх повторениях на участке, почвы которого были представлены тяжелосуглинистыми мощными типичными черноземами. В чистых посевах культур количество высеваемых семян соответствовало их нормам высева, в смесях – половине нормы высева каждой культуры. На всех делянках опыта была внесена стартовая доза аммиачной селитры из расчёта 30 кг действующего вещества N на га. Перед завершением опыта проводился отдельный учёт биологического урожая каждой культуры и сорных растений. Из этих растений отбирались образцы для последующего определения методом рентгено-флюоресцентного анализа валовых количеств макро – (P, K, Ca, Mg, S) и микроэлементов (Zn, Mn, Rb, Sr, Cu).

Для установления и оценки эффектов от смешивания культур на их продуктивность исследуемые показатели смешанных посевов сопоставлялись не с аналогичными показателями чистых посевов, а с их значениями для так называемых вариантов сравнения. Вариант сравнения, получаемый построением из вариантов чистых посевов, по составу входящих в него культур является полным аналогом исследуемой смеси, в котором исключен фактор взаимовлияния между всеми компонентами агрофитоценоза. Все различия между агросообществом исследуемой смеси и вариантом сравнения могут быть обусловлены только воздействием фактора смешивания посевов. Чтобы оценить влияние фактора смешивания посевов на изменение количества эле-

ментов, накопленных растениями, достаточно найти их количество (по продуктивности и данным валового анализа) в смесях и соответствующих вариантах сравнения, а затем найти разность между ними по количеству каждого элемента.

Положительные значения в таблице означают, что при смешивании посевов происходит увеличение количеств соответствующих элементов, отрицательные – уменьшение по отношению к чистым посевам. При смешивании кукурузы и сои в основном наблюдается увеличение содержания элементов в агросообществе. Однако это происходит главным образом за счет сорного компонента. При смешивании кукурузы и пайзы в культурном компоненте количество элементов возрастает, но еще больше оно сокращается в сорной составляющей, поэтому в целом агросообщество при смешивании посевов теряет рассматриваемые элементы. Смешивание сои и пайзы в основном приводит к общему возрастанию количеств элементов в агрофитоценозе, причем увеличение одних элементов в большей части происходит за счет культурного компонента, других – за счет сорного. В смесях подсолнечника с соей и пайзой увеличение количеств рассматриваемых элементов связано с культурным компонентом, в сорная составляющая агросообщества при этом теряет элементы питания. Среди рассмотренных наиболее подходящими для сидерации являются смеси подсолнечника с соей и пайзой. В этих агросообществах при смешивании значительно увеличивается количество элементов питания растений за счет культурного компонента и подавляются сорняки.

РОЛЬ ПРИРОДНЫХ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ВОД БЕЛАРУСИ В СОЗДАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Демидович М.Л. (Белорусский государственный университет)

На территории Белорусского Полесья в песчано-алевритовых и карбонатных коллекторах среднего и верхнего девона Припятского прогиба, залегающих на глубинах от 1500 до 5500 м, широко распространены высокоминерализованные рассолы, в которых содержатся наряду с другими бор, медь, цинк и другие химические элементы. Исследования по возможности их применения в выращивании растениеводческой продукции показали, что наряду с достоверными прибавками

урожая по зерновым культурам на 10-15 % , корнеплодам – до 10-40 %, реже 80-100 % , многолетним травам на 30-50 %, культурам закрытого грунта от 40-50 % (огурцы, помидоры) до 80-90 % (салат) происходило снижение нитратов до 75 % , радионуклидов до 70-85 % . При применении рассолов наблюдается устойчивое снижение тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции, увеличивается их сопротивляемость к различным заболеваниям и поражению вредителями, а обработка посевов картофеля приводила к полному исчезновению личинок колорадского жука. Кроме того, при дефолиации вики, клевера наблюдалось повышение урожайности семян этих культур. Применение рассолов в различных количествах, что является основой методического их применения, позволило снизить внесение в почву на 20 % азотных, калийных и фосфорных удобрений.

Таким образом, многолетний опыт применения рассолов из девонских отложений Припятского прогиба в различных почвенно-климатических условиях Беларуси позволяет сделать однозначный вывод об их высокой эффективности при выращивании и получении экологически чистой сельскохозяйственной продукции, снизить внесение удобрений на поля, ядохимикатов и полностью исключить использование дефолиантов.

Осуществление научно-технического обеспечения внедрения методик использования рассолов в различных отраслях народного хозяйства будет способствовать снижению импорта ядохимикатов для сельского хозяйства и экологической продукции на почвы и развитию местной сырьевой базы.

ТЕХНОГЕННЫЕ МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ ЭЛЮВИАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ БЕЛАРУСИ В СВЯЗИ С ФОРМИРОВАНИЕМ КОНЦЕПЦИИ "ЭНДОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОТРАВЛЕНИЕ МЕЖКЛЕТОЧНОЙ СРЕДЫ ЖИВЫХ СУЩЕСТВ"

Кадацкий В.Б., Самсоненко И.П. (ГНУ Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси)

Разработаны новые методологические подходы при изучении техногенных элементов, поскольку непосредственно разделить атомы природных и техногенных микроэлементов невозможно (исключение составляют искусственные радионуклиды). В этой связи были модифи-

цированы методики по оценке степени загрязнения почвенного покрова путем изучения форм нахождения МКЭ. Параллельно с помощью сравнительного анализа изучалось поведение МКЭ в почвах ландшафтов испытывающих различную антропогенную нагрузку. На первом этапе исследований это способствовало получению ряда принципиально новых сведений по проблеме. В частности установлен эмпирический факт, который фиксируется в почвах полноценных коренных ландшафтов всех трех физико-географических провинций Беларуси и заключается в том, что отношение мобильных к прочнофиксированным формам нахождения ряда тяжелых металлов, независимо от их абсолютных концентраций, варьирует в узких пределах. С усилением трансформированности ландшафта это соотношение, напротив, прогрессивно возрастает, что позволило назвать его "коэффициентом техногенности".

Последующий анализ этого явления показал, что почвенные системы элювиальных (равно как и супераккумулятивных пойменных ландшафтов) не просто способны к "самоочищению", а как любая сложная система обладают защитными механизмами, направленными на выведение загрязнителей из биогеохимических круговоротов. При этом наблюдается следующее. Основная масса металлов-загрязнителей перераспределяется в верхних слоях гумусового горизонта и накапливается в локальных геохимических ловушках, формируя узколокальные ореолы с повышенными концентрациями технофильных элементов в 2-5 раз превышающих фоновые концентрации (т.н. "горячие точки").

Эндозокологическое отравление началось всего 40-30 лет назад. В связи с постоянным усилением оно ведет к "мутационному саморазгону геномов всех организмов, включая человека". Рассчитано, что к середине наступившего века эти мутации "могут перейти в разряд необратимых", что в свою очередь может привести "к биологическому пределу существования человека".

Прочно фиксированная часть техногенных микроэлементов почти не возвращается в атмосферу, не растворяется в водной фазе, а следовательно не поступает в растения с минеральным питанием. Находясь в нерастворимых формах элементы-загрязнители не представляют угрозу для живых организмов. Следовательно, для объективной оценки степени загрязнения конкретной почвы необходимо научиться разделять техногенную и природную составляющую непосредственно в анализируемом объекте, без сопоставления его значений с некими эталонами: кларками или фоновыми значениями.

Анализ степени загрязнения гумусового горизонта почв на фоне появления концепции "эндоэкологического отравления организмов (ЭОО)" позволяет высказать следующее. Для Беларуси эта проблема имеет свою региональную специфику, зависящую как от природных условий, так и от техногенных факторов. Общие валовые концентрации тяжелых металлов в наших почвах существенно уступают соответствующим значениям в большинстве европейских и ряда других развитых стран. Однако нарастающая подвижность форм нахождения ТМ в почвах городских территорий, где проживает 72 % населения страны, должна вызывать особое внимание.

ЛАТЕРАЛЬНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ХОЛМИСТО-МОРЕННО-ЭРОЗИОННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Карпиченко А.А. (Белорусский государственный университет)

Одним из ключевых понятий при изучении сопряженных элементарных геохимических систем является *геохимическая структура*, под которой понимается соотношение между различными подсистемами ландшафта, выраженное набором ландшафтно-геохимических коэффициентов – латеральной и радиальной миграции, биологического поглощения и др.

Геохимическая структура холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов Беларуси сформировалась в результате кислого и кислого глевого выщелачивания химических элементов сильной и средней интенсивности миграции (N, S, Cl, B, Ca, Mg, Na, Mo, Mn, Cu, Co, Zn) из почв автоморфных ландшафтов, их латеральной и радиальной миграции и накопления на сорбционных, механических, биогеохимических барьерах в профиле почв и отложений в пределах элювиальных, супераквальных и субаквальных ландшафтов.

Холмисто-моренно-эрозионные ландшафты распространены в центральной и северной части Беларуси. Имеют разную степень дренированности. Дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные почвы в элювиальных ландшафтах сменяются дерновыми заболоченными, местами торфяными в супераквальных ландшафтах. Ландшафт образует наиболее высокий гипсометрический уровень. Рельеф мелко-, средне- и крупнохолмистый, часто грядовый с колебаниями относительных высот 10-50 м, значительно переработан эрозионными про-

цессами, поэтому местами приобретает увалистый характер. Моренные холмы имеют округлую форму, мягкие куполообразные вершины. Встречаются камы, ложбины стока, долины малых рек и ручьев, балки и овраги. В литологическом отношении ландшафт представлен валунными суглинками и супесями, песчано-гравийно-галечным материалом. Моренные отложения часто перекрыты маломощным покровом водно-ледниковых супесей (0,5-1,0 м) или водно-ледниковых лессовидных суглинков (0,5-2,0 м). Распаханность территории 30-50 %, размеры пахотных угодий 10-20 га. Лесистость ландшафта изменяется от 15 до 35 %. В пределах супераквальных ландшафтов встречаются луга, местами болота.

При изучении латеральной геохимической структуры ландшафтов нами были выделены следующие латеральные структуры по характеру вариации содержания химических элементов в пределах ландшафтно-геохимического профиля: *восходящая* или *асцендиальная* (от лат. *ascendo* – восходить, подниматься) – содержание химического элемента в пределах геохимической катены возрастает от вершины к подножью; *нисходящая* или *дисцендиальная* (от лат. *descendo* – нисходить) – содержание элемента убывает; *депресссионная* (от лат. *depressio* – впадина) – профиль содержания элемента имеет форму впадины; при *пикообразной* профиль имеет ярко выраженный пик в середине; при *равномерной* структуре содержание элемента по профилю практически не меняется.

Рассмотрим латеральную дифференциацию химических элементов в холмисто-моренно-эрозионных ландшафтах по ландшафтно-геохимическому профилю, заложенному в северной части республики у г. Браслава. Протяженность профиля 450 м. Относительная высота холма 17 м. Посев озимой ржи. В результате эрозии происходит механический латеральный перенос практически всех элементов от элювиального к супераквальному ландшафту. Исключение составляет кремний. Наиболее существенная латеральная дифференциация характерна для S, K, Ca, P ($K_m > 2,0$). Микроэлементы (Mn, Zn, Cu, B, Co, Mo) и Fe, Ca имеют близкие значения коэффициента местной дифференциации ($K_m = 1-2$). Меньше единицы коэффициент местной миграции у кремния и алюминия, составляющих основу минеральной части почвы в силу высокой устойчивости их соединений к разрушению и миграции в данной геохимической обстановке.

Таким образом, в холмисто-моренно-эрозионном ландшафте на монолитных моренных суглинках с дерново-подзолистыми и дерново-

подзолистыми заболачиваемыми почвами доминирует аккумулятивно-равномерная латеральная дифференциация. Для холмисто-моренно-эрозионных ландшафтов характерны следующая латеральная геохимическая структура: *восходящая*, наблюдается у практически всех исследуемых элементов (Fe, Ca, Mg, K, P, S, Mn, Zn, Cu, B, Co, Mo) с разной степенью выраженности, что связано с увеличением содержания физической глины в пределах катены, а также с интенсивными эрозионными процессами вызывающими вынос химических элементов с вершин холмов; *нисходящая* структура отмечена у кремния и *депрессивная* у алюминия.

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Кислый В.В., Иодковская А.А., Мартинчик Т.Н. (Учреждение образования «Гродненский государственный аграрный университет»)

Центральное место в группе оптимизационных факторов принадлежит использованию удобрений, особенно содержащих микроэлементы. Одним из важных микроэлементов для пшеницы является медь. Традиционной формой медного микроудобрения, применяемого в сельскохозяйственной практике в республике является простая соль (CuSO_4). Используются также комплексные удобрения: Миком, Сейбит, Белвита, Ecolist, содержащие медь.

Рекомендуется вносить медь на озимой пшенице при низком и среднем уровнях содержания её подвижных форм в почве (менее 3 мг/кг почвы) при некорневой подкормке. Доза применяемого микроудобрения при этом определяется из расчёта 20-50 грамм меди на гектар. Следует отметить, что проведение некорневых подкормок возможно в период кущения-флаг листа-колошения (в соответствии с рекомендациями производителей удобрений), что является предметом дополнительных исследований.

Установлено, что предпочтительной формой микроэлементов, применяемых при некорневой обработке, являются хелаты, поэтому комплексные микроудобрения – Миком, Сейбит, Ecolist, являются для растений наиболее предпочтительными. Однако, эти удобрения не производятся в Республике, а импортируются из России, Украины, Польши. Кроме того, эти удобрения содержат комплекс микроэлементов.

тов, которые при определенных условиях могут вступать в антагонизм друг с другом.

В настоящее время на Гродненском ГПО «Азот» имеется возможность синтеза медных хелатных соединений на основе ОЭДФ (оксиэтилендифосфоновой кислоты) и трилона – Б (динатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты) с содержанием меди 1-8 %, что сопоставимо с уровнем концентрации микроэлемента в зарубежных аналогах удобрений.

Возможность получения высокого агрономического и экономического эффекта от применения хелатов меди на посевах озимой пшеницы позволила в прошлом году начать комплексные научные исследования в Гродненском районе на новых сортах озимой пшеницы с высоким потенциалом урожайности и качества зерна, полученных в результате селекционной работы в Гродненском государственном аграрном университете.

Стационарный полевой опыт заложен на дерново-подзолистой, связносупесчаной, подстилаемой моренным суглинком почве сортоучастка отделения Каменная Русота колхоза «Принеманский» Гродненского района на трех сортах озимой пшеницы – Гродненская-23, Веда и Легенда. Планируется установить влияние различных доз хелатных комплексов меди на продуктивность сортов озимой пшеницы, качество зерна, а также эффективность поступления в растения меди из удобрений.

БУФЕРНОСТЬ ПОЧВ БЕЛАРУСИ К ПОДКИСЛЕНИЮ

*Клебанович Н.В., Пульмановская В.А., Ересько М.А.
(Белорусский государственный университет)*

Все почвы обладают способностью поддерживать на более или менее постоянном уровне различные химические свойства и сопротивляться изменениям под воздействием химических реагентов. Частным случаем этого явления является кислотно-основная буферность почв – одно из основных интегральных свойств почвы, то есть способность жидкой и твердой фаз почвы противостоять изменению реакции среды при взаимодействии с кислотой или щелочью. Буферность является основой мониторинга и охраны почв.

Сила кислотно-основной системы определяется константой диссоциации H^+ . При низкой константе диссоциации почва имеет низкий

энергетический уровень и высокое сродство к ассоциации с протоном. При добавлении протонов в систему они оккупируют низший энергетический уровень. Например, при добавлении протонов в карбонатную систему они тратятся на растворение CaCO_3 и pH не меняется. Когда исчерпываются запасы CaCO_3 , pH падает, пока не начинается взаимодействие со следующим энергетическим уровнем, например, с обменными позициями глинистых минералов.

Для оценки способности почв нейтрализовывать кислоты последнее время используется специальный термин ANC (acid neutralizing capacity), который определяется как количество кислоты, которое нужно добавить к почве, чтобы снизить значение pH системы до определенной величины.

Определение ANC часто проводится по результатам потенциометрического титрования до pH 3,8. Результаты обычно выражаются в смоль/га для слоя определенной мощности или в мг-экв/кг почвы. Величина ANC считается величиной достаточно консервативной и ее уменьшение можно рассматривать как интегральный и объективный критерий подкисления почв. По нашим данным, величина ANC минеральных почв Беларуси составляет от 5-6 смоль(+)/кг почвы на сильнокислых песчаных почвах, возрастает до 15-20 смоль(+)/кг при pH_{сол} 4,8-5,0, до 30-40 смоль(+)/кг при pH_{сол} 6,0-6,5 в автоморфных почвах независимо от гранулометрического состава, а на глинистых нейтральных почвах достигает огромных (более 100 смоль(+)/кг) величин, трудно поддающихся измерению. Велики значения этого показателя и в многогумусных минеральных почвах, даже супесчаных – 45-60 смоль(+)/кг. Очень высокой кислотонейтрализующей способностью обладают торфяно-болотные почвы – 100 и более смоль(+)/кг, но в пересчете на вес пахотного слоя это составляет примерно такие же величины, как и в минеральных почвах. По нашим оценкам, для создания надежного механизма противодействия кислотным воздействиям этот показатель должен быть не менее 30 смоль(+)/кг.

Для оценки подверженности почв деградации под влиянием кислотных дождей и физиологически кислых удобрений также используется метод потенциометрического титрования.

Нами для оценки ряда типичных почв Беларуси использовался метод последовательного добавления порций реагента к навеске почвы с регистрацией pH. Установлено, что самыми буферными (индекс буферности более 2 смоль(+)/кг·единица pH) в минеральных почвах являются пахотные горизонты глинистых почв и иллювиальные суглини-

стые и глинистые горизонты. Минимальная буферность (менее 1,5) отмечается в слабокислых песчаных почвах. Сравнительной высокой буферностью к подкислению обладают высокогумусные полугидроморфные почвы, даже при супесчаном гранулометрическом составе индекс буферности составлял 1,6-2,2 смоль(+)/кг*единица рН, что даже несколько выше, чем в слабокислых автоморфных почвах суглинистого гранулометрического состава.

По почвенному профилю наименее буферным обычно является элювиальный (подзолистый) горизонт, где ИБ менее 1, а на легких почвах – менее 0,5 смоль(+)/кг*единица рН. Очень буферными являются торфяные почвы Беларуси – 7-10 смоль(+)/кг*единица рН, что объясняет сравнительно меньшие изменения кислотности этих почв в динамике по сравнению с минеральными.

МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

Климович А.В. (Белорусский государственный университет)

В настоящее время дискутируются вопросы состояния здоровья населения во взаимосвязи с качеством окружающей среды. Здоровье человека – это состояние полного физического, психического и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов.

Как видно из определения, здоровье определяется тремя показателями. Под физическим благополучием понимается гармония физиологических процессов и максимальная адаптация к факторам среды, психическим – отрицание болезней, физических дефектов и их преодоление, социальным – деятельное отношение индивидуума к себе, обществу, всему миру. Здоровье населения - это состояние полного благополучия по демографическим показателям, заболеваемости, инвалидности, травматизму и физическому развитию. К основным демографическим показателям относятся рождаемость, смертность, естественный прирост. Заболеваемость – первичная, общая, профессиональная.

Под окружающей средой понимается совокупность взаимосвязанных природных и социальных факторов, воздействующих на человека в условиях быта, труда, отдыха. Всю совокупность факторов, влияющих на человека, можно разделить на экологические, социально-

экономические (условия труда, быта, питание, медицинское обслуживание), биологические (наследственность, пол, конституция), психосоциальные (стрессы) факторы. Под влиянием факторов среды формируется здоровье, причем, в формировании уровня здоровья 47 – 53 % принадлежит образу жизни, 18 – 20 % - генетическому фактору, 17-20 % - факторам загрязнения окружающей среды, 8–10 % - медицинским этиологическим факторам. Выделение доли экологической компоненты в совокупности причин заболеваемости представляет собой нерешенную задачу.

Наиболее объективную оценку можно получить тогда, когда исследования проводятся на особо чувствительном контингенте населения, так называемой критической популяции – детях. Организм ребенка практически не испытывает воздействия вредных факторов, формируемых образом жизни (профессиональные вредности, никотин, алкоголь), менее экспонирован к действию лекарственных средств.

При оценке причин и тенденций происходящих демографических процессов, особое внимание следует обращать на перинатальную и младенческую смертность. Показатели перинатальной смертности характеризуют частоту случаев мертворождаемости и смертности новорожденных на первой недели жизни.

Необходимо отметить высокий уровень врожденных пороков развития, так как они характеризуют общий первичный фон патологии поколения – за 7 лет с 1989 г. по 1995 г. уровень аномалий превышал среднереспубликанский и среднеобластной показатели соответственно на 17 % и 18,5 %.

Высокая восприимчивость растущего организма к действию неблагоприятных факторов, характеризует однотипные изменения, детерминированные условиями внешней среды, которые проявляются на популяционном уровне. Возросла частота случаев нарушений внутриутробного развития плода.

В последние десятилетия особое внимание уделяется изучению влияния неблагоприятных факторов на общее состояние здоровья детей и на отдельные системы организма, что позволило выявить снижение реактивности детского организма в районах с неблагополучной экологической ситуацией. Это создает фон для поражения ряда органов и систем, особенно бронхолегочной системы, органов кроветворения, кровообращения и пищеварения.

Воздействие химических веществ может проявляться частотой аллергических заболеваний; критерием мутагенных последствий могут

служить показатели распространенности спонтанных аборт, мертворождений, врожденных пороков развития.

Выявление причинно-следственных связей между действующими факторами и здоровьем человека является наиболее сложной и методически необеспеченной задачей.

Помимо показателей по обращаемости за медицинской помощью необходимо иметь данные углубленных инструментальных медицинских обследований детей, которые должны выполняться квалифицированными специалистами-медиками с применением современных диагностической аппаратуры.

Наиболее достоверные данные о взаимосвязях в системе «среда-заболевание» могут быть получены также в результате специальных исследований накопления химических веществ техногенной природы в биологических средах людей в сочетании с углубленными исследованиями состояния различных групп населения.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНОВ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

*Ковальчик Н.В. (ГНУ Институт проблем использования природных ресурсов
и экологии НАН Беларуси)*

В качестве объектов исследования избраны типичные для Беларуси различающиеся по площади и срокам эксплуатации полигоны ТБО и ТПО ряда городов (Минска, Витебска, Гомеля, Светлогорска, Полоцка и др.).

В свалочных отложениях фиксируется широкий спектр химических элементов с довольно большим диапазоном значений. Основными из них являются тяжелые металлы (прежде всего Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, Cd и Sn). Значительная часть химических элементов находится в виде легкорастворимых соединений. Содержание в них водорастворимых солей на 2-3 порядка выше, чем в незагрязненных почвах. Состав солей разнообразен: среди катионов чаще преобладают аммоний, калий или натрий, среди анионов - хлориды и сульфаты. В процессе выщелачивания химических элементов из отходов атмосферными осадками и грунтовыми водами в случае близкого от поверхности их залегания формируются фильтратные воды, которые являются основным агентом выноса загрязняющих веществ за пределы полигонов.

Пути поступления загрязняющих веществ с территорий полигонов в местные почвы являются поверхностные лито- и гидрохимические потоки, а также внутрипочвенный сток и растекание фильтратов с грунтовыми водами. С первыми осуществляется миграция этих веществ как в растворенном, так и во взвешенном виде, с другими – преимущественно в водорастворимой форме. Воздушный их вынос за пределы полигонов незначителен и не является существенным фактором загрязнения почв.

Педогеохимические аномалии полиэлементны и при этом изменчивы по составу ассоциаций и концентрациям элементов. В почвах вблизи обследованных полигонов отмечено избыточное накопление цинка, меди, свинца, никеля и кадмия в концентрациях, превышающих ПДК. В аномально высоких количествах обнаруживаются в них также хром, олово, марганец, ванадий и молибден.

Наиболее обширны и непрерывны по площади педогеохимические аномалии в пределах ландшафтов супераквального типа (в радиусе до 500 м от объектов). На ландшафтах элювиального типа загрязнение почв проявляется очагами и фиксируется на отдельных участках вокруг объектов. Высокое накопление элементов-загрязнителей в почвах обнаруживается в радиусе до 200 м от свалок: содержание элементов превышает фоновые значения до нескольких десятков раз. Максимальные концентрации тяжелых металлов зафиксированы в верхних горизонтах торфяно-болотных почв. В них абсолютное содержание меди достигает 1200 мг/кг; цинка – 1800,0; никеля – 800,0; свинца – 108,9; кадмия – 70,0 мг/кг. С удалением от объектов в почвах наблюдается резкое снижение концентраций указанных элементов. Анализ вертикального распределения микроэлементов в загрязненных почвах показывает, что максимумы их накопления приурочены к верхним горизонтам, обогащенным органикой. С глубиной по разрезу обычно отмечается снижение содержаний элементов до уровня фоновых значений.

Вблизи полигонов по потоку загрязненных почвенно-грунтовых вод формируются ореолы засоления почв. Содержащиеся в загрязненных водах соли в сухое время года подтягиваются по капиллярам и при испарении выпадают в осадок, обогащая почвенные горизонты. В составе солей преобладают ионы натрия, хлора и сульфаты, содержание последних в ряде случаев превышает ПДК для почв. Обогащение почв легкорастворимыми солями наиболее выражено в супераквальных условиях. Сумма солей в водных вытяжках из образцов, взятых из

поверхностных горизонтов торфяно-глеевых почв у полигона ТПО «Светлогорский», достигает 1,0 %, что на два порядка выше, чем в незагрязненных почвах, при этом концентрации сульфат-иона и иона хлора в водной вытяжке значительно превышают порог токсичности (0,08 %), выше которого, как известно, начинается угнетение растительности. Для почв элювиальных ландшафтов засоление поверхностных горизонтов почв не характерно. Однако загрязненные грунтовые воды иногда формируют ореолы избыточного накопления солей в нижней части почвенного профиля. Так, например, в торфянисто-глеевой почве супераквального ландшафта у полигона «Светлогорский» избыточное накопление солей отмечено во всех генетических горизонтах, чему способствует неглубокое залегание грунтовых вод. В дерново-подзолистой песчаной почве трансэлювиального ландшафта у полигона ТБО «Ксты» наблюдается засоление нижних горизонтов за счет капиллярного поднятия загрязненных грунтовых вод. В супесчаных разностях почв элювиального ландшафта в зоне влияния полигона ТБО «Огородники» некоторое увеличение содержания водорастворимых солей приурочено к иллювиальному горизонту, что объясняется боковым притоком загрязненных внутрипочвенных вод (верховодки).

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗАБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ

*Кузьмин В. А., Снытко В. А., Абалаков А. Д. (Институт географии
Сибирского отделения Российской академии наук)*

Забайкальский национальный парк на восточном берегу оз. Байкал был создан в 1986 г. с целью сохранения природных ландшафтов, имеющих особую экологическую, историческую и эстетическую ценность. В его составе полуостров Святой Нос, южная часть Баргузинского хребта, Чивыркуйский перешеек. Авторами проводилось изучение ландшафтов парка. Выделены гольцовые, горно-таежные, плоскогорные, подгорно-таежные, подтаежные, лугово-болотные, ложноподгольцовые и долинные ландшафты. Первые занимают поверхности выше 1200 м, где развиты холодные гольцовые пустыни, альпийские и субальпийские луга, горно-тундровые поверхности выравнивания. На зимних космических снимках гольцы четко выделяются от нижележащей горной тайги по смене белого фона черным.

Среди почв гольцового пояса между выходами коренных пород фрагментарно встречаются тундровые оподзоленные и оглеенные почвы, подбурсы высокощелочистые преимущественно легко- и среднесуглинистого состава. Для профиля этих почв характерна малая мощность, высокая каменистость. К местам с устойчивым проточным увлажнением приурочены дерново-луговые почвы, а осыпи занимают торфянистые и торфянисто-перегнойные почвы. Реакция большинства их кислая и сильно кислая, что связано с образованием агрессивных и подвижных фракций фульвокислот, мигрирующих вниз по профилю. В подстилке подбуров интенсивно накапливаются кальций, марганец, стронций, медь, кобальт, свинец, а хром и ванадий выносятся.

На карбонатных породах в поясе горной тайги формируются перегнойно-карбонатные почвы, а на бескарбонатных – буроземы. Для профиля почв таежных ландшафтов характерно наличие под подстилкой дернового или перегнойного горизонтов. Буроземы грубогумусовые рассматриваются как переходные почвы от подбуров к собственно буроземам. По сравнению с почвами гольцового пояса они обладают менее кислой реакцией, повышенной емкостью поглощения, что согласуется с различными природными условиями и прежде всего с характером растительного покрова.

Перегнойно-карбонатные почвы на мраморах обогащены кальцием, ванадием (концентрация их в минеральном горизонте в 2-3 раза выше кларка литосферы), а карбонатный горизонт обеднен марганцем, барием, стронцием и титаном. Особенность дерновых лесных почв подгорно-таежного пояса – легкий гранулометрический состав, что отразилось на снижении в них элементов группы железа. Концентрация меди, кобальта, хрома и ванадия в 2-4 раза ниже кларка, а никеля – на порядок. В то же время концентрация бария и стронция – элементов, входящих в состав устойчивых минералов, высока.

В нижней части склонов хребтов встречается кора выветривания в виде прослоев серой и коричневой окраски. В ярко окрашенной коре выявляется увеличение содержания ила, железа, магния, меди, снижение стронция и кремнезема. Унаследованные от породы свойства могут восприниматься как результат современного почвообразования. Поэтому при диагностике почв приходится использовать косвенные (экологические) признаки.

Специфический ложноподгольцовый пояс в прибрежной полосе озера является результатом инверсии. Он находится под непосредственным охлаждающим влиянием водных масс оз. Байкал и пред-

ставлен листовничниками багульниковыми и редколесьями с ассоциациями кедрового стланика. Комбинации борových песков, задернованных или развеваемых, подбуров, подзолов и подзолисто-глееватых почв свойственны этому поясу. Химический состав определен в подзоле и подбуре, сформированных в прибрежной части полуострова Святой Нос. Толща подбурa по сравнению с подзолом обогащена многими химическими элементами и по их концентрации близка к кларку литосферы. Оподзоленность фиксируется по обеднению элювиальной толщи элементами группы железа, концентрация которых увеличивается в 1,5-2 раза от элювиального горизонта к иллювиальному. Выявлена связь этих элементов между собой.

В подстилках интенсивно накапливаются марганец, кальций, свинец и медь. Коэффициенты их концентрации составляют соответственно 14, 8, 6 и 4. Слабо накапливаются барий и стронций, а другие элементы захватываются. Высокая интенсивность поглощения свинца в подстилке подзола объясняется физиологической ролью его во мхах и лишайниках.

Установлена неоднородность химического состава растений и частей кедрового стланика. Элементы-биофилы – кальций, марганец и медь – интенсивно накапливаются в хвое, ветках стланика, шикше и значительно слабее – в шишках стланика и лишайнике. В последнем содержатся элементы слабого захвата – кобальт, хром, ванадий и свинец. Высокая концентрация свинца выявляется в почвенных разрезах, где в подстилках встречается лишайник. Низинные равнины занимают болотные ландшафты. После строительства Иркутской ГЭС и подъема уровня воды в Байкале произошло подтопление Чивыркуйского перешейка и массовая гибель деревьев и кустарников. В ландшафтах усилились восстановительные процессы, способствовавшие закреплению одних элементов и усиленной миграции других.

В целом в ландшафтах Забайкальского национального парка обнаруживается ландшафтно-геохимическая контрастность, обусловленная как природными, так и антропогенными факторами.

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТИ

Куликов Я.К., Куликова Е.Я. (Белорусский государственный университет)

Загрязнение земледельческой территории в результате высокой антропогенной нагрузки на окружающую среду приобрело значительные масштабы по отдельным районам Могилевской области. Интенсивность процессов загрязнения агроландшафтов усиливается рядом природно-хозяйственных условий области. Поэтому эффективное функционирование агроландшафтов здесь невозможно без планирования целого ряда эколого-мелиоративных мероприятий, причем таких, которые способствовали бы как улучшению неблагоприятных природных условий, так и обеспечению оздоровления экологической обстановки.

Загрязнение земель вообще, и тяжелыми металлами в частности, не способствует устойчивому развитию. В настоящее время кризисная ситуация в Беларуси сложилась не только в экономике, а гораздо глубже - в самих основах бытия человека и общества, в их неразрывном единстве с ландшафтом и окружающей средой. Этот процесс разрушения и деградации развивается на различных уровнях, от локального до общенационального, планетарного.

В связи с тем, что основная часть Могилевской области - земли сельскохозяйственных предприятий, при разработке схем рационального природопользования предусматривается как решение задач по созданию и поддержанию нормативного качества окружающей среды, принятию мер по урегулированию нагрузок на природную среду при размещении производства, так и осуществление мероприятий по повышению продуктивности земель. И здесь важную роль играет современное эколого-геохимическое состояние агроландшафтной системы в общей эколого-хозяйственной системе области.

В Могилевской области имеется несколько крупных промышленных зон, оказывающих очень сильное воздействие на агроландшафты прилегающих к ним территорий. В этих зонах вокруг источников промышленных аэрозольных выбросов в атмосферу образуются участки повышенных (по сравнению с естественным фоном) концентраций загрязняющих веществ, которые путем воздушного переноса оказыва-

ются на агроландшафтной территории. По отдельным загрязнителям допустимая фоновая норма превышена в 3,5 раза, что свидетельствует об острой экологической обстановке в агроландшафтах.

Содержание элемента в почве в 1,5-2,0 раза превышающее фоновое значение уже свидетельствует о значительном антропогенном влиянии на составляющие элементы агроландшафта. Установлено, что по целому набору опасных химических элементов их содержание в почвах Могилевской области превышает фоновый уровень. Причинами такой геохимической обстановки являются: неправильное хранение удобрений, внесение удобрений на эрозионно-опасных землях в неподходящие по климатическим показателям сроки, нарушение норм внесения удобрений и др. Кроме того, увеличение количества выбрасываемых в атмосферу, водный бассейн и на поверхность земли техногенных и бытовых отходов, приобретаю все возрастающий характер.

В процессе сбора необходимой информации по источникам химического загрязнения Могилевской области было выявлено следующее: 1) промышленное загрязнение территории идет в основном через атмосферу путем осаждения на поверхности паров, аэрозолей, пыли, сажи или растворенных веществ с осадками; 2) в воздух основная доля загрязнителей поступает из дымовых труб и вентиляционных каналов, при аварийных выбросах в атмосферу.

Методологической основой эколого-геохимического мониторинга является анализ закономерностей формирования техногенных потоков загрязняющих веществ в ландшафтных зонах. Для того, чтобы учесть возможную трансформацию загрязняющих веществ в окружающей среде, выявить количественные связи между выбросами веществ в экосистему и уровнем загрязнения, дать комплексную оценку степени загрязнения природы с учетом экологических последствий необходимо создать количественные модели миграции и поведения загрязняющих веществ в природной экосистеме.

Критическая ситуация, сложившаяся в сельскохозяйственной, экологической, продовольственной и других сферах производства, требуют применения новых стратегических подходов к планированию развития аграрно-промышленного комплекса. Одним из таких подходов является принятие специальных программ по развитию устойчивого и продуктивного агроландшафта, базирующихся на новых ресурсосберегающих технологиях. При этом актуальной и важнейшей задачей является сохранение экологически безопасного агроландшафта, эффективное функционирование которого входит в комплекс мероприя-

тий, направленных на вхождение Беларуси в мировую систему контроля за состоянием биосферы как среды обитания.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ ПРИ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСАХ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Лана В.В., Ивахненко Н.Н. (РУП “Институт почвоведения и агрохимии” НАН Беларуси)

Применение минеральных удобрений в сельскохозяйственном производстве является одним из наиболее важных факторов, определяющих продуктивность растениеводческой отрасли и состояние плодородия почв. Однако анализ фактического внесения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры, сложившийся в хозяйствах республики за последние годы, показывает, что по сравнению с 1986-1990 гг. применяемые дозы не соответствуют биологическим потребностям растений ни по дозам, ни по соотношению питательных веществ. Так, с учетом современного состояния плодородия почв, для получения в среднем с 1 гектара 45-50 центнеров зерновых и зернобобовых требуется 235 кг NPK, в том числе 85 кг азота, 60 фосфора и 90 кг калия (соотношение $N: P_2O_5 : K_2O = 1,0 : 0,7 : 1,1$). В 1995 – 1997 гг. под урожай зерновых и зернобобовых было внесено 109 – 184 кг/га д. в. NPK с особенно неудовлетворительным соотношением по фосфору (1,0 : 0,5 : 1,7; 1,0 : 0,4 : 1,5). В связи с этим, цель наших исследований заключалась в изучении эффективности различных видов и сочетаний минеральных удобрений, влияние их на продуктивность сельскохозяйственных культур и изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы.

Исследования проводились в 1987–2002 гг. в э/б им. Суворова Узденского района в стационарном полевом опыте на дерново-подзолистой супесчаной почве. Пахотный слой перед закладкой опыта в 1987 г. характеризовался следующими показателями: pH-5.6-6.0, P_2O_5 -80-100, K_2O -170–230 мг/кг почвы, гумус - 1.8-2.3 %. Повторность вариантов 4 -кратная. Общая площадь делянки 45,0 м² (9м x 5,0 м).

Как показывает анализ полученных данных, в варианте без удобрений за счет естественного плодородия почвы среднегодовая продуктивность за четыре ротации севооборотов составила 48,1 ц/га к.е. (табл. 1). Применение органических удобрений в дозе 19 т/га севообо-

ротной площади способствовало увеличению среднегодовой продуктивности на 6,4 ц/га к.е. Максимальная продуктивность 75,1 ц/га к.е. получена при применении органо-минеральной системы удобрения, включающей 19 т/га органических и расчетные дозы минеральных удобрений на планируемую урожайность (N88P73K118).

Исключение из системы удобрения одного из элементов питания (азот, фосфор или калий) также негативно сказывалось на продуктивности сельскохозяйственных культур. Наибольшее снижение (12,2 ц/га к.е.) установлено при исключении азотных удобрений, отсутствие в системе удобрения фосфора или калия обусловило значительный недобор продуктивности по сравнению с полным минеральным удобрением.

За 15 лет исследований в варианте без применения удобрений содержание фосфора в почве снизилось на 23, калия – на 128 мг/кг. Повышение содержания фосфора в почве происходило среднегодовом поступлении его с органическими и минеральными удобрениями 33-106 кг/га д.в. Наиболее высокое накопление фосфора в почве произошло в варианте P73K118 – 132 мг/кг почвы, что связано, на наш взгляд, с отсутствием азота и, как следствие, относительно невысокой продуктивностью сельскохозяйственных культур. Отсутствие калия в системе удобрения сельскохозяйственных культур и внесение его в составе органических удобрений в количестве 103 кг/га д.в. привело к снижению его содержания в исследуемой почве за 15-летний период на 109 – 149 мг/кг. Повышение содержания подвижного калия в почве на 57 – 82 мг/кг обеспечивало суммарное поступление калия с органическими и минеральными удобрениями в количестве 221 кг/га д.в.

Таким образом, по данным длительных полевых исследований для поддержания агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы на достигнутом уровне требуется ежегодное внесение фосфора с органическими или минеральными удобрениями не менее 33 кг/га д.в., калия – 220 кг/га д.в. при уровне продуктивности 54,5 - 75,1 ц/га к.е.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ РАПСА ЯРОВОГО

*Леонов Ф.Н., Юргель С.И., Емельянова В.Н.
(Гродненский государственный аграрный университет)*

В 2002 году в учебно-опытном хозяйстве ГГАУ "Принеманский" начаты исследования по изучению влияния форм азотных удобрений на продуктивность рапса ярового. Почва опытного участка - дерново-подзолистая легкосуглинистая, подстилаемая моренным суглинком. Агрохимическая характеристика пахотного слоя следующая: pH_{KCl} - 5,69-5,84; содержание гумуса - 2,35-2,5 %; P_2O_5 - 232,5-247,5; K_2O 160-210 мг/кг почвы. Сорт ярового рапса - Антей. Фосфорно-калийные туки ($P_{90}K_{120}$) и гербицид Дуал голд 96 % к.э. (2 га) были внесены в предпосевную культивацию. Азотные удобрения применяли в дозах 120, 150, 180 кг/га тремя способами: 1 - всю дозу азота вносили до посева; 2 - дробное внесение азота в два приема - до посева и в фазу 4 листа; 3 - дробное внесение азота в три приема - до посева, в фазу 4 листа и в фазу начала бутанизации. В фазу 4 настоящих листов внесение КАС-32 проводили крупнокапельным способом без разбавления его водой. Исследования показали, что в этом случае повреждения поверхности листовой пластинки рапса ярового удобрением КАС было незначительным и проявлялось в виде небольших краевых ожогов. В связи с тем, что в фазу бутонизации численность рапсового цветоеда превысила пороговую, против данного вредителя применили инсектицид Каратэ зеон 5 % м.к.с. (0,15 л/га) в растворе совместно с борной кислотой (0,33 кг/га) и сернокислым марганцем (2,5 кг/га).

В опытах установлено (табл.), что в вариантах с дозой азота 120 кг/га, при внесении КАС в три приема - до посева, в фазу 4 листа и в фазу начало бутонизации (вар. 9), прибавка урожая составила 2,8 ц/га по сравнению с однократным внесением КАС (вар. 3) и 2,6 ц/га в случае двукратного применения удобрения (вар. 6).

При дозе азота 150 кг/га прибавка урожая в варианте с трехкратным внесением тука была 2,4 ц/га в сравнении как с однократным применением, так и с внесением раствора в два приема. При дозе азота 180 кг/га прибавка урожая в сопоставимых вариантах составила 2,1 и 1,9 ц/га.

Следовательно, трехкратное внесение удобрения в дозах N_{120} и N_{150} , приводило к существенному росту урожайности семян рапса в

сравнении с применением тука разово или в два приема. Преимуществ внесения азота в два приема в сравнении с однократным применением КАС не выявлено, прибавка урожая семян при N_{120} и N_{180} была несущественна (0,2 ц/га), а в варианте с дозой N_{150} она отсутствовала.

Максимальная урожайность 34,3 ц/га семян рапса ярового в опыте получена в варианте с трехкратным внесением азота в дозе 180 кг/га (вар. 11). Однако окупаемость одного килограмма азота семенами рапса ярового в этом варианте составила лишь 8,4 кг. Наивысшим этот показатель был в варианте с применением N_{120} и N_{150} в три приема (варианты 9, 10).

Таким образом, в климатических условиях Гродненской области на дерново-подзолистых легкосуглинистых, подстилаемых моренным суглинком почвах, дробное внесение КАС в три приема является более эффективным в сравнении с одно- и двухразовым применением. Окупаемость единицы азота продукцией находилась в обратной зависимости от вносимой дозы.

ФОРМЫ СОЕДИНЕНИЙ ЦИНКА В ЭРОДИРОВАННЫХ КАРБОНАТНЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ МОЛДОВЫ

Лях Т.Г. (НИИ почвоведения и агрохимии им. Н.А. Димо», Молдова)

Карбонатные черноземы легче, чем другие представители типа в рамках одного и того же гранулометрического состава, подвергаются воздействию водной эрозии. Эрозия является фактором, усиливающий карбонатность черноземов в пахотном горизонте, что в свою очередь ослабляет противоэрозионную устойчивость почв. При переходе от одной к другой степени смытости карбонатных черноземов в них происходит удвоение содержания $CaCO_3$ (2,1-4,9-8,8 %), снижается количество гумуса (2,9-2,2-1,5 %). Эрозия также влияет и на перераспределение микроэлементов в почвах. В данной работе представлены данные, характеризующие содержание и формы соединений Zn в эрозивно-делювиальной катене на карбонатном черноземе. Сельскохозяйственное использование – пашня. Метод - атомно- абсорбционный.

Среднее содержание Zn в черноземах Молдовы – 48,0 мг/кг. В черноземных почвах, содержащих много гумуса и глинистых частиц, в условиях нейтральной и щелочной реакции Zn прочно закрепляется. В связи с этим, карбонатные черноземы характеризуются высоким со-

держанием Zn – до 76,4 мг/кг почвы. С увеличением степени эродированности его содержание уменьшается и составляет в 0-20 см слое слабо эродированного чернозема – 63,2 мг/кг, средне- - 60,6, сильно- - 52,7 мг/кг. Высокое его содержание отмечается в сохранившихся иллювиальных горизонтах слабо- и средне эродированных черноземов (70,2 и 66,9 %, соответственно). С глубиной идет его уменьшение и в карбонатных горизонтах всех почв находится в пределах 42 –48 мг/кг от валового содержания.

В эродированных карбонатных черноземах Zn ассоциируется главным образом с оксидами Fe и Mn. Они связывают наибольшую часть Zn в этих почвах. От полно- профильного до сильноэродированного они достигают 60-80 % от валового содержания. С глубиной во всех эродированных почвах соединения Zn с оксидами увеличиваются: до 98 % в полно профильном и слабо эродированном; до 87 % в средне- и сильноэродированном черноземе.

Цинк также ассоциируется и с минералами почв. В верхнем горизонте его соединения Zn с глинистыми минералами составляют 20-28 % от валового. С глубиной и с увеличением эрозии они увеличиваются до 30 % в горизонте С сильноэродированного чернозема. Минимальные количества Zn с глинистыми минералами содержат иллювиальные горизонты (2-13 %).

Наибольшая селективность адсорбции Zn обнаружена у первичных минералов. Эти минералы удерживают в 2-3 раза больше Zn, чем вторичные минералы. В данных почвах Zn больше находится в кристаллической структуре некоторых силикатов, при этом он становится малоподвижен. Исследования показывают, что Zn накапливается преимущественно в гумусовом горизонте, т.е. органическое вещество почв способно связывать Zn в устойчивые комплексные соединения. Однако, полученные данные, свидетельствуют о низкой связи Zn с органическим веществом. Величины адсорбции Zn органическим веществом составляют для эродированных карбонатных черноземов от 0,4 мг/кг (0,52 %) до 1,55 мг/кг (1,04 %), соответственно степеням смывости. С глубиной содержание этих соединений уменьшаются до 0,3 мг/кг во всех почвах, но их растворимость увеличивается в среднем от 0,52 % до 0,76 % в горизонте ВС. Этому способствует хотя и невысокая, но довольно глубокая, равномерная гумусированность, нейтральная и слабощелочная реакция почвенного раствора.

Осаждение Zn в виде карбонатов незначительное. Соединения Zn в составе карбонатов находятся в пределах 3,2-1,7 мг/кг в верхнем слое

всех эродированных почв. Они составляют около 5 % от валового содержания.

Легкоподвижные формы Zn составляют 3,1-2,5 % в поверхностном горизонте эродированных почв. Растворимость и доступность Zn в карбонатных черноземах увеличиваются в горизонтах насыщенных кальцием (горизонт C) – 3,1-5,4 %. Неподвижность Zn в почвах, содержащих повышенные количества кальция минералов, оксидов, имеет важное практическое значение, определяя возникновение дефицита Zn для растений.

Под влиянием эрозии соединения Zn подвергаются частичному или полному изменению, происходит их трансформация. Изучение трансформации соединений в почвах позволяет получить дополнительную информацию о природе образующихся в почве соединений. Проводимые исследования показывают, что с увеличением эрозии происходит перераспределение и медленный процесс превращения легкодоступных форм Zn в недоступные соединения. Этот процесс более заметен в верхних горизонтах эродированных черноземов.

Эрозионный процесс более сильно повлиял на содержание легкорастворимых соединений Zn и на соединения в составе органического вещества. Следовательно, эродированные варианты карбонатного чернозема нуждаются во внесении микроудобрений или органических удобрений.

УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ К ЗАГРЯЗНЕНИЮ: ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ И МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ

Мирошниченко Н.Н., Фатеев А.И.

(ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии им. А.Н.Соколовского», Украина)»

Методология регламентации устойчивости почв к загрязнению основана на разделении устойчивости биосферных функций почвы (среды обитания, фитопродуктивной, барьерной) и устойчивости ее характерных модальных свойств как природного тела. Подобное разделение устойчивости на **функциональную и модальную** (*термин наш – авт.*) находит отражение в работах ведущих исследователей.

Между «функциональной» и «модальной» устойчивостью существуют тесные прямые и обратные связи. Из последних экспериментально подтверждены следующие:

поступление соединений щелочных металлов значительно уменьшает агрегативную устойчивость тонкодисперсной части почвы, а это в свою очередь замедляет выщелачивание этих элементов;

поступление соединений тяжелых металлов приводит к вытеснению водорода в почвенный раствор при их специфической адсорбции, что способствует усилению миграции этих элементов;

поступление неполярных углеводородов приводит к гидрофобизации поверхности почвенных частиц, уменьшая утилизацию загрязняющего вещества углеводородокисляющей микрофлорой.

Приведенные примеры показывают, что обратные связи между функциональной устойчивостью почвенных систем и изменением характерных (модальных) свойств почв могут существенно усиливать вредоносность химического загрязнения. Вместе с тем это свидетельствует об искусственности разделения химических веществ на биохимически и педохимически активные. При достижении определенного уровня загрязнения отрицательный экологический эффект от прямого токсического воздействия и опосредованного через ухудшение свойств почвы может быть сопоставимым (ближайшая зона вокруг предприятий цветной металлургии, очаги аварийных выбросов нефти и пластовых вод и т.п.).

Процедура регламентации функциональной устойчивости почвы к загрязнению заключалась в следующем:

экспериментально определили буферность и устойчивость систем почва-элюат и почва-растение к тестовому загрязнению Zn, Cd, Ni, Cu, Pb (выборка из 42 моделей);

установили зависимость показателя устойчивости pR от основных характеристик исследуемых почв (pH , содержание гумуса и частиц физической глины);

на основании экспериментального материала разделили почвы Украины на классы буферности, с соответствующей градацией нормативов допустимого содержания тяжелых металлов.

Педоэкологическое нормирование загрязнения (ПНЗ) является усовершенствованием действующей ныне системы ПДК, ее логическим продолжением. Структуру ПНЗ составляют четыре уровня детализации.

Нормативы первого уровня (функционального) являются базовыми, которые должны быть дифференцированы для земель различного целевого назначения: селитебного, сельскохозяйственного, ландшафтно-рекреационного и промышленного. Эти нормативы необходимы

для оценки загрязнения почвенного покрова крупных территориальных единиц и гармонизации с европейскими стандартами качества почв.

Второй уровень детализации (вредоносный) является переходным и предусматривает распределение базовых нормативов по направлениям отрицательного действия загрязнителей на транслокационный, водно-миграционный, общесанитарный и почвенно-деградационный. Очевидно, что полная детализация не имеет смысла, а достаточно определить для каждого вида землепользования два-три приоритетных показателя вредности. Нормативы 1 и 2 уровней разрабатываются для эталонной почвы с определенными параметрами pH, емкости поглощения, содержания гумуса, частиц физической глины, полутораоксидов, карбонатов, а также стабильным промывным режимом и выращиванием культуры овса.

Адаптация этих нормативов к местным условиям происходит на 3 уровне детализации (системном). Нормативное значение водно-миграционного показателя вредности корректируется согласно особенностям водного режима и буферности почв, а транслокационного показателя – только по классу буферности. Полученные после этого показатели являются окончательной регламентацией допустимого химического загрязнения земель в каждом конкретном случае. Удобство такого решения проблемы состоит в возможности приспособления к любой системе нормативов.

Четвертый уровень детализации (прессинговый) предоставляет справочную информацию относительно риска загрязнения сельскохозяйственных культур, вероятного аддитивного или синергичного действия загрязнителей, ожидаемой эффективности мелиоративных мероприятий и имеет рекомендательный характер.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫБРОСОВ ТЭЦ НА ГРУППОВОЙ СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ

*Самсоненко И.П., Красноберская О.Г. (ГНУ Институт проблем использования
природных ресурсов и экологии НАН Беларуси)*

Трансформация органического вещества почвы геоэкосистем, испытывающих существенную техногенную нагрузку, изучалась на примере территории, прилегающей к Минской ТЭЦ–4. Расположение ландшафтно-геохимического профиля позволяет проследить влияние

доминирующего источника загрязнения на протяжении 6,5 км. Для этого в ключевых точках профиля было заложено 12 реперных площадок опробования (*РПО*), из которых: восемь – характеризуют трансформируемые природные биогеоценозы (преимущественно лесные), три *РПО* приходится на промплощадку ТЭЦ–4, и еще одна *РПО* описывает интенсивно осваиваемый участок, прилегающий к шоссе Минск – Новая Веска и Минскому авторынку. Важным условием исследований выступала принадлежность почвенного покрова всех площадок опробования к определенному типу – почва дерново-палево-подзолистая суглинистая, развивающаяся на легких пылеватых (лессовидных) суглинках флювиогляциального генезиса. Поэтому в данном случае основным фактором, определяющим изменение параметров окружающей среды, выступает антропогенная деятельность. Отобранные образцы почвенного покрова подвергались лабораторному анализу, включающему определение величин валовых содержаний и форм нахождения Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Cr. Кроме того, определялись кислотность, гигроскопичность, зольность и фракционный состав органического вещества почв.

Для большинства изученных тяжелых металлов характерна картина, когда траектории кривых, описывающих распределение параметров валового содержания и соотношения форм нахождения микроэлементов, не совпадают, что может сигнализировать об отсутствии связи между двумя этими характеристиками. Наиболее отчетливо эта особенность проявляется у таких технофилов, как медь, никель, кобальт и хром.

В графическом распределении валовых содержаний ТМ вдоль ландшафтно-геохимического профиля очевидных закономерностей не наблюдается. На участках, занятых урбоземами, величины этого параметра чаще всего имеют аномальные значения (либо повышенные, либо пониженные). Траектория кривых распределения соотношений форм нахождения ТМ более предсказуема. На большинстве фоновых участков она имеет ординаты, близкие между собой, а в пределах техносферных объектов индекс коэффициента подвижности резко повышается. В буферной зоне наблюдается постепенное снижение этих индексов по мере удаления от источника техногенного воздействия.

Детальное изучение фракционного состава ОБ почв показало, что образцы, взятые на территории ТЭЦ–4 (*РПО* №№ 4, 5, 6) и в непосредственной близости от нее, в 0,5 км (*РПО* №№ 3, 7), заметно отличаются от образцов лесных почв, которые представлены "фоновыми" ре-

перными площадками опробования (*РПО* №№ 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12). Содержание $C_{\text{орг}}$ в фоновых образцах колеблется в пределах 2,1–2,7 %. В свою очередь, в техногенных образцах оно несколько ниже – от 0,97 % до 1,7 %. Содержание гумусовых веществ в фоновых образцах составляет 64–87 % от общего содержания органического вещества, а в техногенных – 16–35 %. Что касается характера гумуса, то в большинстве изученных образцов он имеет фульватный тип ($C_{\text{гк}} / C_{\text{фк}}$ около 0,5).

Степень гумифицированности органического вещества (ОВ) во всех изученных образцах невелика. Однако в фоновых образцах нерастворимый остаток составляет лишь 13–36 % от органического вещества, а в техногенных его доля резко возрастает (до 65–91 %), что, очевидно, происходит прежде всего за счет увеличения содержания глинистой фракции. Суммарное содержание гуминовых кислот (ГК) в фоновых образцах резко отличается от суммарного содержания ГК в техногенных образцах (соответственно 4–7 % против 29–51 % в перерасчете на ОВ). В буферной зоне (*РПО* № 7) суммарное содержание ГК имеет промежуточное значение – 18 % в перерасчете на ОВ. Общие черты распределения ГК по фракциям, характерные для всего профиля, заключаются в количественном преобладании гуминовых кислот, находящихся в фракции ГК1, несколько меньшей доли гуминовых кислот, находящихся в фракции ГК2, и еще меньшей доли гуминовых кислот, находящихся в фракции ГК3. В образце № 3 (из буферной зоны в 0,5 км на север от ТЭЦ) общая закономерность сохраняется, однако если в фоновых образцах фракция ГК1 достигает 24–39 % в перерасчете на ОВ, то в данном случае она составляет всего 5 %. В техногенных же образцах максимальное количество гуминовых кислот наблюдается либо во фракции ГК2 (*РПО* №№ 5 и 7), либо во фракции ГК3 (№ 4). Таким образом, подвижные формы гуминовых кислот в фоновых образцах составляют от четверти до трети всего содержания органического вещества, а в техногенных образцах их содержание ничтожно мало.

Суммарное содержание фульвокислот (ФК) составляет в фоновых образцах 23–34 %, а в техногенных – 9–17 % в перерасчете на ОВ. Содержание "агрессивной" фракции (ФК1а) приблизительно одинаковое во всему профилю – 13–29 % в перерасчете на ОВ. Важной особенностью является то, что в техногенных образцах максимальное количество фульвокислот приходится на фракции ФК1 и ФК3 (приблизительно по 10–17 % от органического вещества), а в фоновых образцах

преобладает фракция ФКЗ (закрепленная на частицах глинистых минералов).

Наиболее тесная связь с расстоянием от дымовой трубы ТЭЦ наблюдается у фракции ГКЗ (коэффициент корреляции $r = 0,84$). Сильные положительные корреляции отмечаются для пар: расстояние от дымовой трубы ТЭЦ – фракция ФК1 ($r = 0,74$) и расстояние от дымовой трубы ТЭЦ – фракция ФКЗ ($r = 0,73$), а средняя положительная корреляция – для пары расстояние от дымовой трубы ТЭЦ – фракция ГК1 ($r = 0,55$). Отмечена сильная отрицательная связь с расстоянием от дымовой трубы ТЭЦ фракции нерастворимого остатка органического вещества почв ($r = -0,67$).

СОДЕРЖАНИЕ СУЛЬФАТОВ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИЙ С РАЗЛИЧНОЙ АТМОТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКОЙ

*Санец Е.В. (ГНУ Институт проблем использования природных
ресурсов и экологии НАН Беларуси)*

Цель исследований состояла в выявлении закономерностей содержания и перераспределения водорастворимых сульфатов в почвах территорий с низким уровнем атмотехногенной химической нагрузки (фоновых территорий) и в почвах территории зоны воздействия промышленного предприятия. В первом случае объектами исследования являлись водосборы озер Глубокое и Чербомысло (Полоцкий р-н) и Белое (Россонский р-н), для которых атмосферные выпадения серы находятся на уровне регионального фона. Во втором случае исследования проводились на территории г. Березовка (Лидский р-н) в зоне воздействия стеклозавода «Неман», где атмосферные выпадения серы в 1,3 раза превышают региональный фон и составляют около 660 мг/м^2 в год. Для всех исследуемых территорий характерны дерново-подзолистые песчаные почвы.

Основным методом исследований являлось ландшафтно-геохимическое профилирование. На фоновых территориях профили прокладывались с таким расчетом, чтобы проследить изменение концентраций SO_4^{2-} в почвах в зависимости от местоположения точки в рельефе и характера поступления минеральных веществ. На территории города профили пересекали зеленую, селитебную и промышленную зоны таким образом, чтобы проследить изменение концентраций

сульфатов в почвах с удалением от предприятия, а также в зависимости от функционального назначения территории.

При оценке влияния атмосферных выпадений серы на содержание сульфатов в почвах наибольший интерес представляет приповерхностный почвенный горизонт, поэтому отбор почвенных проб проводился с глубины 0–10 см. На территории города дополнительно отбирались пробы с глубины 0–2 см. Во всех отобранных образцах почв определялось содержание водорастворимых сульфатов гравиметрическим методом.

На водосборах озер Глубокое, Чербомысло и Белое были заложены два ландшафтно-геохимических профиля. Выявленные закономерности распределения, накопления и миграции сульфатов в почвах одинаковы для обоих профилей.

Содержание сульфатов в приповерхностном горизонте почв изменялось от 14 до 56 мг/кг почвы, составляя в среднем 27 мг/кг. Характер распределения концентраций сульфатов в зависимости от местоположения точки в рельефе показан на рисунке, из которого видно, что наименьшие концентрации SO_4^{2-} приурочены к почвам трансэлювиальных ландшафтов (тт. 5, 2, 11, 8), что объясняется легкостью вымывания растворимых сульфатов и достаточно большой скоростью их миграции с водными потоками. Повышенные содержания SO_4^{2-} отмечаются в почвах супераккумулятивных ландшафтов (тт. 6, 3, 12). Почвы элювиальных ландшафтов (тт. 1, 4, 10, 7) занимают промежуточное положение. Максимальная концентрация (56 мг/кг) была зафиксирована в почве верхового болота (т. 3) и, по-видимому, является следствием сорбционного накопления ионов SO_4^{2-} .

В приповерхностном горизонте почв на территории г. Березовка содержание сульфатов изменялось в довольно широких пределах: от 3 до 341 мг/кг почвы, при этом в половине отобранных образцов почв концентрация SO_4^{2-} превышала предельно допустимую (160 мг/кг) в среднем в 1,6 раза.

Анализ пространственного распределения содержания сульфатов в почвах выявил, что наибольшие концентрации SO_4^{2-} в почвах отмечаются к северо- и юго-востоку от предприятия по направлению преобладающих ветров. При этом зафиксировано уменьшение концентраций сульфатов с удалением от промплощадки завода.

Кроме того, выявлены различия в содержании сульфатов для различных функциональных зон города (таблица).

Содержание водорастворимых сульфатов в приповерхностном слое почв различных функциональных зон г. Березовки

Зона	Глубина отбора, см	SO ₄ ²⁻ , мг/кг почвы	
		пределы изменения	среднее
Промышленная	0–10	3–341	143
Селитебная	0–10	66–337	161
Зеленая	0–10	12–202	123
	0–2	68–243	181

Для всех точек опробования почв зеленой зоны города характерно превышение концентраций SO₄²⁻ в слое 0–2 см в среднем в 1,5 раза по сравнению со слоем 0–10 см, что связано с интенсивным антропогенным выпадением сульфатов на подстилающую поверхность и их аккумуляцией в перегнойно-аккумулятивном горизонте.

В отдельных случаях повышенные содержания сульфатов в почвах связаны с высокими концентрациями SO₄²⁻ в грунтовых водах. Вследствие капиллярного поднятия неглубоко залегающих грунтовых вод (65–155 см) происходит накопление ионов SO₄²⁻ в приповерхностном почвенном слое.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗАЦИИ И ТЕХНОГЕНЕЗА

Снытко В.А., Напрасникова Е.В. (Институт географии СО РАН)

На протяжении ряда лет нами изучаются экологические функции почв урбосферы. В настоящей публикации приводятся результаты экспериментальных исследований почв города Иркутска – промышленно-го центра Прибайкалья, формирующегося уже на протяжении 300 лет и адаптированного к окружающей таежной среде. Почвенный покров Иркутска отличается чрезвычайной гетерогенностью, а его состояние определяется как влиянием природных факторов, так и многообразием антропогенных. В прилегающих к городу территориях он представлен преимущественно серыми лесными и дерново-подзолистыми супесчаными и суглинистыми почвами.

Одним из экологических аспектов состояния земель областного центра является загрязнение и захламление промышленными и бытовыми отходами. Сильное техногенное загрязнение испытывают земли, расположенные вблизи крупных промышленных предприятий (в том

числе алюминиевый завод) и транспортных артерий. Выявлено, что основным источником поступления в почву токсических веществ от промышленных предприятий является осаждение газопылевых выбросов и сброс сточных вод. Химическое воздействие на почвы Иркутска обусловлено прежде всего формированием единого техногенного потока, протягивающегося от промышленно насыщенного Ангарска в северо-западном направлении через Иркутск до оз. Байкал.

Учитывая многофункциональность почвенной системы, ее целостность проводится поиск интегральной оценки и соответствующую интерпретацию полученных результатов с использованием математического аппарата. Кислотно-щелочные условия и биохимическая активность почв являются интегральными показателями не только направленности сложных почвообразовательных процессов, но и ее самоочищающей способности в условиях урбанизации и техногенеза.

Изучение кислотно-щелочных свойств верхнего слоя почв Иркутска выявило общую тенденцию изменения pH в сторону щелочных условий. Установлено изменение реакции почв в среднем на 2 единицы по сравнению с контрольными (5,5-6,8). Основная часть территории города характеризуется среднещелочной средой. Самые высокие значения pH (8,5-9,0) отмечается в районах с наибольшей плотностью застройки и расположенных вблизи крупных автомагистралей и железной дороги. Слабощелочная среда характерна для районов с невысокой плотностью застройки и отдельных территорий, удаленных от крупных жилых массивов, автомагистралей и промышленных предприятий.

Одним из критериев биохимического состояния почв послужил весьма информативный показатель трансформации азотсодержащих органических соединений по методу Т.В. Аристовской М.В. Чугуновой. Исследуемые почвы показали «пеструю» картину биохимического потенциала. Преобладающими (54 %) явились почвы со средней активностью, а с высокой и низкой биохимической активностью составили равные доли в процентном соотношении (23 %). Самая низкая активность зарегистрирована на критических объектах (промзоны, перекрестки дорог у светофоров, автозаправочные станции), где почвы испытывают сверхнормативное воздействие загрязняющих веществ. Более благоприятное течение биохимических процессов наблюдается в почвах под растительностью, особенно в новых жилых массивах.

Особое значение приобретает выявление и анализ корреляции между биохимической активностью почв (БАП) и их кислотно-щелочной реакцией. На уменьшение тесноты связи между этими двумя интегральными показателями указывает коэффициент корреляции ($R=0,6$) для критических объектов, который уступает природному эталонному ($R=0,8$), а также общефоновому по Иркутску ($R=0,7$).

Максимальная БАП естественных геосистем проявляется при нейтральных значениях pH (7,0–7,2), а в антропогенно-преобразованных наблюдается сдвиг в область значений 7,5–8,0. На критических объектах эта тенденция выражена еще ярче, так как максимальные значения БАП смещены в интервал 8,0–9,0 pH. Сдвиг реакции среды в щелочную сторону приводит к значительному усилению метаболизма азотсодержащих органических веществ, что ведет почву любого ландшафта к значительной потере биогенного азота. Данные факты позволяют говорить о нарушении механизмов регуляции, связанных с процессом распада соединений азотного цикла под постоянным влиянием антропогенных факторов.

АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ПОДВИЖНОСТЬ РАДИОНУКЛИДОВ

Субботин С.И. (Брестский государственный университет)

Факторы, от которых зависит подвижность и связанная с ней скорость миграции элементов в почве в природных условиях, можно разделить на три группы: физико-химические свойства самого элемента, такие как знак и величина заряда иона, форма химического соединения, способность к адсорбции, комплексообразованию и гидролизу; характеристики почв, например, минералогический, химический и гранулометрический состав, влажность, плотность, содержание и состав органического вещества, кислотность, концентрация и состав почвенного раствора; погодно-климатические условия (температурный режим, годовое количество осадков и их распределение по сезонам).

Свойства почвы по убывающей значимости независимого влияния на распределение стронция располагаются в ряд: влажность - содержание обменных кальция и магния - емкость обмена - содержание органического вещества - pH почвенного раствора. Сорбция ^{90}Sr твердой

фазой почв сильно зависит от присутствия макроконцентраций катионов в растворе.

Формы нахождения ^{137}Cs в зависимости от свойств почвы существенно различаются. Так, содержание обменного ^{137}Cs на почвах различных типов больше кислорастворимого (необменного).

При изучении влияния влажности на подвижность радионуклидов отмечается, что, несмотря на общее сходство характера зависимости, кривые для различных почв, даже относящихся к одному генетическому типу, сильно различаются коэффициентом диффузии при одной и той же влажности, что обусловлено влиянием других свойств почвы.

Концентрация и состав почвенного раствора почв весьма разнообразны. В состав почвенного раствора входят ионы Ca , Mg , Na , K , NH_4 , H , HCO_3 , NO_3 , Cl , SO_4 , NO_2 и др. В большинстве случаев концентрация почвенного раствора составляет 2,1-1 г/л или 0,01 - 0,1Н, хотя в течение сезона она может изменяться в 10 и более раз. При возрастании концентрации почвенного раствора от 10^{-3} - 10^{-2} Н (1 г/л) до 0,5-0,6Н (30-40 г/л) коэффициент диффузии ^{90}Sr увеличивается в 5-14 раз, достигая $10-10 \text{ м}^2/\text{с}$. Дальнейшее возрастание концентрации почвенного раствора не сказывается на коэффициенте диффузии или несколько уменьшает его.

Для большинства почв $\text{pH} = 3,5 - 9$. Сорбция ^{137}Cs и ^{90}Sr практически не зависит от pH . и в широком интервале его изменения составляет 90-98 %, в то время как при увеличении pH от 4 до 10 сорбция ^{144}Ce и ^{106}Ru падает в 1,5-3 раза. Органическое вещество оказывает существенное влияние на взаимодействие радионуклидов с почвой и их подвижность. Наиболее значительны следующие свойства органического вещества: способность адсорбировать радионуклиды; способность к образованию растворимых комплексных соединений; способность экранировать поверхность минеральных частиц. В литературе содержатся сведения о том, что гумус увеличивает прочность адсорбции ^{90}Sr почвой. Гуминовые кислоты обладают емкостью поглощения по отношению к Cs и Sr от десятков до сотен мг-экв/100 г. Этот факт способствует снижению подвижности таких радионуклидов в присутствии гуминовых кислот. Вместе с тем, другие компоненты гумуса, в частности, фульвокислоты образующие растворимые комплексные соединения с ^{90}Sr и ^{90}Y , могут увеличивать результирующую подвижность радионуклидов в почве.

Стабилизация состояния одно- и двухвалентных катионов в почве наступает тем быстрее, чем выше содержание в почве илистой фрак-

ции, органического вещества и обменных катионов. Интенсивность сорбции поливалентных радионуклидов определяется более сложной зависимостью от почвенных характеристик.

Процесс сорбции радионуклидов в почвах удовлетворительно описывается суммой двух экспонент. Скорости 1 этапа уменьшения содержания радионуклидов в обменной форме варьируют для ^{90}Sr от 35.5 до 89.0 сут $^{-1}$, для ^{137}Cs - от 122.1 до 167.3 сут $^{-1}$ в зависимости от типов почв. Скорости 2 этапа существенно ниже - на 5-6 порядков.

Для изученных радионуклидов установлен перечень почвенных показателей, определяющих закономерности сорбции и оценена их значимость. Сорбционная и фиксирующая способности почв по отношению к ^{137}Cs являются ведущим фактором, определяющим миграционную способность и доступность ^{137}Cs в биологических цепочках. Среди параметров селективной сорбции ^{137}Cs наибольшую значимость имеет потенциал селективной сорбции ^{137}Cs (radiocaesium interception potential, RIP), который определяется как произведение емкости FES и коэффициента селективности Cs^+ по отношению к конкурирующему катиону (K^+ или NH_4^+) на FES. Способность почв селективно сорбировать и фиксировать ^{137}Cs определяется наличием и природой глинисто-го минерала.

К ВОПРОСУ О ТЕХНОГЕННЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРАХ В ЛАНДШАФТАХ БЕЛАРУСИ

*Таранчук А.В. (Белорусский государственный педагогический
университет им. М. Танка)*

Геохимические барьеры привлекали внимание учёных всегда, но раньше, как конкретное проявление различных процессов, как частные случаи. Теперь же они рассматриваются с общих позиций — как самостоятельный объект исследования, особое научное понятие. Начали формироваться классификации геохимических барьеров. А.И. Перельман при классификации геохимических барьеров исходил из представлений о формах движения материи, что позволило выделить три основных типа барьеров — механический, физико-химический, биогеохимический (накопление элементов организмами).

Барьеры возникают не только в ходе природных процессов, но и в результате хозяйственной деятельности человека. В связи с высокой миграцией техногенных элементов и их способностью к аккумуляции

возникает проблема ограничения протяжённости их потоков рассеяния. Она может быть решена с помощью искусственных геохимических барьеров. Искусственный геохимический барьер – участок, где целенаправленно осуществляется изменение геохимической обстановки, приводящее к снижению интенсивности миграции химических элементов и как следствие, концентрации химических элементов. Искусственные барьеры призваны решать конкретные задачи: сорбирование удобрений в почвах, повышение ресурсовоспроизводящих функций ландшафтов, локализацию загрязнения. Создание искусственных барьеров основывается на детальном изучении техногенных барьеров.

Техногенные барьеры — прототип искусственных геохимических барьеров, образующиеся в результате антропогенных изменений условий миграции.

Основной областью применения методов геохимии ландшафтов является решение проблем окружающей среды, в частности, выявление кризисных экологических ситуаций, вызванных химическим загрязнением ландшафтов. Для создания оптимальных условий в ландшафтах необходимо разрабатывать мероприятия по их коррекции. В настоящее время существуют несколько способов оптимизации эколого-геохимической ситуации, такие как: химический, землевание, геоморфологический, геохимический.

Геохимические барьеры задерживают миграцию химических элементов, переводят их в осадок, нейтрализуют токсические элементы и соединения. Поэтому одним из способов решения задач по оптимизации эколого-геохимической обстановки может быть создание искусственных или техногенных барьеров, которые создавались бы на пути миграции загрязняющих веществ и способны были бы выводить их из миграционного потока, переводить токсические формы соединений в недоступную для растений форму.

Вне зависимости от физико-химической природы геохимического барьера по местоположению на пути миграционных потоков они делятся на две основные функциональные группы – радиальные (вертикальный уровень) и латеральный (горизонтальный уровень). Эти группы барьеров выполняют в ландшафтах разные функции. Хозяйственная деятельность может приводить к образованию антропогенных и искусственных геохимических барьеров обоих классов. Среди техногенных барьеров самое широкое распространение имеют механические и биогеохимические.

В Брестском Полесье латеральные механические техногенные барьеры представлены придорожными посадками деревьев или первыми рядами сельскохозяйственных культур, которые являются механическим препятствием для распространения свинца и цинка, поступающих с автомобильными выбросами поездов. Радиальные техногенные механические барьеры можно отметить в поверхностных горизонтах почв под придорожными посадками деревьев и сельскохозяйственных культур. Особенно хорошо эти барьеры проявляются во вторичном водно-ледниковом и аллювиально-террасированном ландшафтах Брестского Полесья. В качестве техногенных биогеохимических барьеров выступают все сельскохозяйственные культуры. Как и в природных условиях, здесь в большой степени накапливаются фосфор, сера, азот, калий. Накопленные культурными растениями элементы большей частью не возвращаются в почву, а удаляются с урожаями. Причем, это происходит, в основном, во вторичном водно-ледниковом ландшафте и в меньшей мере в аллювиально-террасированном и вторично-моренном ландшафтах.

Таким образом, техногенные барьеры должны помочь борьбе с загрязнением окружающей среды. Их особенно необходимо создавать вокруг промышленных предприятий с вредными выбросами и других объектов, наносящих вред природе и здоровью человека, и таким путём локализовать загрязнения, не дать ему распространиться на значительную площадь.

ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ВО ВРЕМЕНИ

*Тиво П.Ф., Щитников Г.П., Крутько С.М.
(Белорусский НИИ мелиорации и луговодства НАН Беларуси)*

Это можно проиллюстрировать на примере Минской болотной станции (МОБС), которая была организована в 1911 г. Ботанический состав торфообразователей – осоки, тростники, гипновые мхи, древесная и кустарниковая растительность. До пятидесятых годов это болото характеризовалось грунтово-напорным водным питанием. В последующий период на преобладающей части массива грунтовые воды понижены глубже 4-5 м и, естественно, не играют заметной роли в водном режиме почв. С осушением и сельскохозяйственным использованием связано мощности органогенного слоя в 3 раза.

В свою очередь это отразилось на агрохимических свойствах почвы. Особое место занимает азот. С уменьшением массы органического вещества абсолютные запасы данного элемента, как правило, снижаются. Относительное же содержание азота практически поддерживается на исходном уровне. Уменьшилось количество легкогидролизуемого азота с 41,2 до 32 % и возросла доля негидролизуемого – с 12,3 до 32,6 %, что и обуславливает некоторое затухание процессов минерализации и нитрификации. Этому же способствует и накопление хлора по мере окультуривания почв и внесения калийных удобрений. В итоге на таких угодьях возрастает роль азотных туков в повышении продуктивности прежде всего многолетних злаковых трав.

Анализировалось также изменение во времени содержания фосфора, кальция, калия и других элементов. Для этого на изучаемом объекте было сделано 12 почвенных разрезов, из генетических горизонтов 7-ми из них были отобраны образцы. Кроме того, участок площадью несколько гектаров был разбит на квадраты (20х20 м). Здесь из пахотного (0-30 см) слоя отбирались смешанные образцы. Все они подверглись анализу с помощью рентгенофлуоресцентного метода в Почвенном институте им. В.В. Докучаева. Зольность же определялась путем прокаливании в муфельной печи. Торф МОБС даже в естественном состоянии отличался относительно повышенным содержанием золы. Сушение усилило ее накопление. Еще более выражено это в результате длительного сельскохозяйственного использования торфяных почв. Основные компоненты золы торфа – кремний, кальций, фосфор, магний, железо и алюминий, составляющие 90-95 % зольного остатка. Из всех компонентов неорганической части торфа кальций изучен наиболее полно.

В условиях МОБС подстилающий минеральный грунт обогащен карбонатами кальция, что отразилось на содержании СаО в торфяных почвах. В меньшей степени это коснулось заповедника, что, очевидно, обусловлено большей глубиной там торфа. В прямой связи с наличием кальция находится и величина рН солевой вытяжки. В верхнем слое почвы заповедника этот показатель был на одну единицу меньше, чем на остальных угодьях МОБС. С глубиной указанное различие практически исчезает.

Содержание магния в 0–30 см слое его имеется не более 0,17 %. Среднее содержание MgO в смешанных образцах составляло около 0,14 % с колебаниями от 0,06 до 0,3 %. Сельскохозяйственное использование торфяных почв обусловило увеличение содержания магния

относительно заповедника. Соотношение же между Са и Mg остается очень широким. Содержание его в многолетних травах не превышало 0,12 % на сухую массу, что заметно ниже оптимального уровня.

Торфяники отличаются низким содержанием калия. Однако в результате окультуривания запасы в них K_2O возрастают. По содержанию фосфора почва заповедника заметно уступает пахотным угодьям, хотя в том и другом случаях он концентрируется преимущественно в верхнем слое. В результате внесения минеральных удобрений содержание подвижного фосфора и калия увеличилось в 3-4 раза относительно осушенного неосвоенного участка. Наиболее выражено это на торфяных почвах меньшей мощности, что, очевидно, обусловлено здесь более низким выносом элементов питания урожаем из-за ограниченных запасов усвояемого азота.

С вовлечением осушенных торфяников в сельскохозяйственный оборот возрастает в них и содержание кремнезема. При этом по мере увеличения зольности повышается концентрация SiO_2 .

Под влиянием осушения изменяется характер взаимодействия органической и минеральной частей торфа. Если в естественных болотах аккумулируется много химических элементов в низших валентных состояниях, то после осушения одновременно с обогащением почвенной толщи кислородом усиливается переход их в более окисленные соединения. Железо, например, превращается из двух- в трехвалентное, что снижает его растворимость и приводит к накоплению в верхнем слое осушенных торфяников. Содержание оксидов Fe и Al находится также в определенной связи с зольностью. При этом в торфе преобладает железо, а в подстилающих грунтах, наоборот, - алюминий.

По мере освоения и использования торфяных почв МОБС возрастало также содержание меди. Выявлено и некоторое увеличение количества тяжелых металлов, в частности, свинца, что, прежде всего, наблюдалось вблизи шоссе. В остальных же случаях его содержалось столько же, сколько, например, и в торфяных почвах Белорусского Полесья.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Трефилова Н.Я, Ачкасов А.И. (Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ), Россия)

Состав отходов формирует геохимическую специфику (специализацию) загрязнения компонентов природной среды в пределах того или иного типа использования земель.

Наиболее широким спектром элементов-загрязнителей характеризуются территории в зоне влияния промышленных предприятий (территории промышленного типа).

Практически неограниченный набор химических элементов может быть выявлен в зонах воздействия горнодобывающих производств (территориях горнодобывающего типа). Геохимические особенности этих территорий определяются геохимией рудных объектов. По степени токсичности территории горной добычи не уступают промышленным, но при этом занимают значительно большие площади.

Спецификой влияния нефтегазодобывающих работ является загрязнение почв, вод и атмосферы органическими соединениями. Особенно негативное влияние это оказывает на ландшафты Севера в силу крайне медленно протекающих процессов разложения нефтепродуктов.

Главенствующую роль для территорий транспортного типа имеет Pb. Кроме него в состав ассоциаций загрязнителей входят V, Zn, Cu, Ni, Cr – элементы выбросов дизельных двигателей.

Геохимические особенности селитебных территорий зависят от промышленной специализации городов. В городах с металлургической промышленностью доминируют Cr, Mn, Pb; в городах с многоотраслевой промышленностью спектр загрязнителей шире – Pb, Cu, Mn, Cr, Mo, Se, V. При этом загрязнение сельских поселений в основном зависит от вида используемого в отопительных системах топлива.

Применением средств химизации обусловлено загрязнение территорий лесо- и сельскохозяйственного типов.

Главным источником загрязнения лесохозяйственных земель являются пестициды, используемые как средство борьбы с вредителями и болезнями лесов. Пестициды – это высокотоксичные хлор-фосфор-

ртуть-содержащие органические вещества с высоким содержанием в качестве примесей Zn, Cu, В и др.

Среди сельскохозяйственных земель по составу загрязнителей выделяются земельные и животноводческие.

По общему количеству элементов-загрязнителей, в том числе особо токсичных, выделяются сельскохозяйственные земельные ландшафты, на которых используются нетрадиционные виды удобрений (производственные и бытовые отходы). Ассоциация элементов-загрязнителей здесь даже шире, чем для отдельных территорий промышленного типа.

Уровень загрязнения и состав загрязнителей сельскохозяйственных территорий обусловлен видами и дозами используемых минеральных и органических удобрений.

Изложенные материалы позволяют определить следующий ранжированный ряд для земель различного функционального использования по степени испытываемого ими антропогенного геохимического воздействия: промышленный, горнодобывающий с геологоразведкой, селитебный, транспортный, сельскохозяйственный земельный, сельскохозяйственный животноводческий, лесохозяйственный.

ДИНАМИКА МИГРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В АГРОЛАНДШАФТАХ

Хрусталева М. А.

(Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова)

Динамика миграции химических элементов изучалась в агроландшафтах Московской области.

Агроландшафты приурочены к слабо наклонным и относительно выровненным поверхностям моренных и моренно-водноледниковых равнин. Положительные температуры воздуха и почвы нейтрализуют процессы выщелачивания, способствуют росту продукции при недостаточном увлажнении и активизируют биопродуктивность. Малое количество осадков в засушливые (1972, 1975, 1979, 1981, 1985, 1989, 1992, 1999, 2002 гг.) годы отрицательно сказалось на биопродуктивности культурных ландшафтов, которая была равна 11,6–15,1 ц/га в воздушно-сухом весе при максимуме (50 ц/га) в многолетнем аспекте. Для агроландшафтов характерен значительный (свыше 50 %) вынос элементов с урожаем. Пополнение запасов элементов в них может

произойти в результате внесения удобрений и введения системы травопольных севооборотов.

Концентрация элементов в растительной продукции агроценозов в значительной мере определяет химизм растений и условия их местообитания. Содержание зольных элементов обусловлено не только величиной биомассы, но и особенностями структуры и функционирования фитоценозов, потребностью растений в элементах питания, экологическими условиями. Растения по-разному реагируют на плодородие почв и обеспеченность их элементами питания. Так, зольность укосов в агроландшафтах (2,7–4,6 %) невелика. А запасы зольных элементов и азота в надземной биомассе культурных растений в 1,1–5,0 раз меньше по сравнению с продукцией луговых ландшафтов, что, по-видимому, обусловлено сокращением массы корней культурных растений.

Сезонная динамика миграции химических элементов из почвы в растения и обратно служит биогеохимическим показателем абиогенных процессов. Основное значение в питании растений принадлежит биофилам (азоту, фосфору, калию, сере). Азот в растениях представлен белками, играющими важную роль в жизни животных и человека. Основным источником белка (до 60 %) являются зерновые культуры и, особенно, зерно пшеницы, концентрирующее его до 40 %. Растения аккумулируют в зерне азот, фосфор, калий в величинах, превышающих в 1,5–2,5 раза таковые в стеблях и листьях. Вынос азота с зерном пшеницы превышает таковой – с урожаем соломы. Содержание фосфора велико в зерне ржи и пшеницы, и мало – в их соломе. Незначительные концентрации фосфора в соломе зерновых культур указывают на то, что его немного возвращается в почвы агроландшафтов из того количества, которое поглотили растения за период своего роста и развития. Обогащено серой зерно пшеницы, а обеднена ею – солома у ячменя, овса. Калия больше выносится с урожаем зерна ржи, овса, ячменя, чем возвращается в почву с их соломой. Максимальные содержания кремния обнаружены в листьях растений по сравнению с их стеблями. Значит, к элементам наиболее интенсивного биологического накопления в растениях относятся азот, фосфор, калий, а менее – железо, алюминий, хром, титан. Выявлена тенденция к увеличению концентрации химических элементов в растениях от весны к осени.

Формирование почв агроландшафтов происходит в условиях промывного водного режима. Экологическое состояние почв ухудшают современные процессы окультуривания, затопления водохранилищами следствием которых является их деградация. Величина $pH_{водн. почв}$

изменялась от 4,5 до 7,9, а $pH_{\text{солев.}}$ – от 4,7 до 5,1. После промывания почв тальми водами кислотность водных вытяжек уменьшалась. Поэтому, реакция среды в почвах меняется от кислой до нейтральной и щелочной, причем последнее обусловлено высокой степенью насыщенности (до 99 %) почв основаниями, карбонатностью пород, жесткостью грунтовых вод, гидрокарбонатно-кальциевым составом водных вытяжек из почв и аналогичным вытяжкам составом поверхностных вод. Для развития сельскохозяйственных культур наиболее благоприятны почвы агроландшафтов, приуроченные к покровным суглинкам по сравнению с моренными.

Много гумуса выявлено в почвах агроландшафтов весной и мало – осенью. При обеспечении почв органическим веществом происходит связывание токсичных (Al, Pb, Co, Ni) элементов, что способствует уменьшению степени химического загрязнения почв. Азот в почвах в основном представлен в виде нитратов. Легкогидролизуемым азотом почвы обеспечены, но нуждаются во внесении фосфорных удобрений в сочетании с органическим веществом, что способствует повышению их биопродуктивности в засушливые годы. Концентрации калия в почвах зависят от их влажности. С повышением влажности количество усвояемого растениями калия уменьшается, а с уменьшением – повышается. Максимум калия выявлен в гумусовых горизонтах изученных почв осенью, что обусловлено биогенной аккумуляцией, большой емкостью поглощения, механическим составом и внесением удобрений.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ ФИТОДЕЗАКТИВАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ГРЕЧИХИ САХАЛИНСКОЙ И ЯРОВОГО РАПСА

*Шмигельская И. Д., Пуятин Ю. В., Ценцевичкий Ф.А.
(РУП «Институт почвоведения и агрохимии» НАН Беларуси)*

Выращивание рапса и гречихи сахалинской на загрязненных радионуклидами почвах может рассматриваться как один из путей альтернативного производства возобновляемых источников энергии таких как биодизель и биогаз с одновременной дезактивацией почвы, позволяет с минимальными затратами получать продукцию в соответствии с республиканскими нормативами.

Исследования проводили в полевых опытах на дерново-подзолистой супесчаной почве, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком. Отбор растительных образцов (зеленая масса гречихи, солома и зерно рапса) и учет урожая проводили в фазу полного созревания. Определение содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в почве и растениях проводилось по общепринятым методикам с применением γ -спектрометра и жидкостно-сцинтилляционного анализатора.

Установлено, что размеры накопления ^{137}Cs гречихой сахалинской и яровым рапсом не превышают 0,1 % от содержания его в почве (табл.1,2). Поступление радиоцезия в семена рапса значительно ниже и не превышает 0,02 %. Доля фитоэкстракции семенами рапса от общего выноса ^{137}Cs составляет 15-16 %. Применение полного минерального удобрения в дозе $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ на 36 % увеличивает сбор зеленой массы гречихи сахалинской и в два раза повышает вынос ^{137}Cs из почвы. На этом фоне повышенная доза азота N_{240} увеличивает вынос радиоцезия на 64 %. Увеличение доз калийных удобрений под рапс с K_{60} до K_{180} снижает общий вынос ^{137}Cs из почвы на 35 %.

Размеры иммобилизации радиостронция биомассой ярового рапса и гречихи сахалинской достигали в эксперименте 1,8 % и соизмеримы с самоочищением почв в результате ежегодного распада радионуклида (около 2,5 %). Поступление радиостронция в семена рапса не превышает 0,2 % от суммарного содержания радионуклида в почве. Доля фитоэкстракции семенами рапса от общего выноса ^{90}Sr составляет 8-9 %. Применение полного минерального удобрения в дозе $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$ на 42 % повышает вынос ^{90}Sr из почвы. На этом фоне повышенная доза азота N_{240} увеличивает вынос радиоцезия на 96 %. Увеличение доз калийных удобрений с K_{60} до K_{180} снижает общий вынос ^{90}Sr биомассой рапса на 16 %.

Таким образом, фитодезактивационная способность гречихи сахалинской и ярового рапса по отношению к ^{137}Cs является очень низкой – накопление биомассой не превышает 0,1 % от содержания радионуклида в почве. Размеры накопления ^{90}Sr на порядок выше и достигают 1,8 %. Размеры перехода ^{90}Sr в вегетативную массу гречихи не превышают величин, наблюдаемых для ярового рапса.

Таблица 1

Накопление ^{137}Cs гречихой сахалинской и яровым рапсом при плотности загрязнения супесчаной почвы 370 кБк·км⁻²

Вариант опыта	Урожай т га ⁻¹	¹³⁷ Cs, удельная активность, Бк/кг		Накопление ¹³⁷ Cs, кБк/га		Накопление ¹³⁷ Cs, в % к содержанию в почве		
		Семена	Солома	Семена	Солома	Семена	Солома	Сумма
Гречиха								
контроль	10,9	-	24	-	262	-	0,007	0,007
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	14,8	-	36	-	533	-	0,014	0,014
N ₂₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	21,1	-	40	-	844	-	0,023	0,023
Яровой рапс								
контроль	1,33	350	539	465	2867	0,013	0,077	0,090
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	1,54	280	392	431	2415	0,012	0,065	0,077
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,50	230	310	345	1860	0,009	0,050	0,059
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀	1,50	200	260	300	1560	0,008	0,042	0,050

Таблица 2

Накопление ^{90}Sr гречихой сахалинской и яровым рапсом при плотности загрязнения супесчаной почвы 37 кБк·км⁻²

Вариант опыта	Урожай т га ⁻¹	⁹⁰ Sr, удельная активность, Бк/кг		Накопление ⁹⁰ Sr, кБк/га		Накопление ⁹⁰ Sr, в % к содержанию в почве		
		Семена	Солома	Семена	Солома	Семена	Солома	Сумма
Гречиха								
Контроль	10,9	-	219	-	2387	-	0,65	0,65
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	14,8	-	230	-	3404	-	0,92	0,92
N ₂₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	21,1	-	316	-	6668	-	1,80	1,80
Яровой рапс								
контроль	1,33	337	910	448	4841	0,151	1,63	1,78
N ₉₀ P ₉₀ K ₆₀	1,54	264	686	407	4226	0,137	1,42	1,56
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	1,50	250	625	375	3750	0,126	1,26	1,39
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₈₀	1,50	245	588	367	3528	0,124	1,19	1,31

ИСТОЧНИКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА БЕЛАРУСИ

Ясовеев М. Г. (Белорусский государственный университет)

Основными источниками загрязнения почв являются: атмосферные выбросы городов и промышленных объектов, места складирования твердых бытовых отходов (свалки), площадки для хранения минеральных удобрений, животноводческие комплексы, транспорт, военная деятельность, последствия катастрофы на ЧАЭС.

Почвы вокруг Минска загрязнены в радиусе 25-30 км, а в направлении преобладающего воздушного потока с северо-запада на юго-восток до 40 км. Средняя полоса загрязнения вдоль дорог республиканского и областного подчинения 100 м с каждой стороны, а дорог местного значения – 25 м, что составляет общую площадь загрязнения почв около 750 тыс. га.

С деятельностью городов связано и загрязнение почв, создающееся вокруг мест, где складироваются промышленные и бытовые отходы. Под действием внешней среды биохимически активные вещества, содержащиеся в отходах, разлагаются с выделением аммиака, сероводорода, меркаптана; в почву попадают и продукты неполного распада органических соединений, в том числе и токсичные (кадмий, ртуть, свинец). Особую тревогу вызывает складирование отходов химической промышленности и машиностроения, что приводит к очень высоким концентрациям загрязняющих веществ. Например, вокруг солеотвалов Солигорского калийного комбината произошло засоление почвенного покрова на площади свыше 1 тыс. га.

В настоящее время под действием указанных выше источников загрязнения вокруг городов, промышленных объектов и дорог загрязнено токсическими веществами около 2,5 млн. га земель. Неорганизованное загрязнение почв происходит в результате сельскохозяйственной деятельности. Основными загрязнителями является животноводство и птицеводство, а также применение ядохимикатов при обработке полей.

Сельскохозяйственные угодья занимают 9,4 млн. га, леса – 8,0 млн. га и водноболотистые угодья – 1 млн. га из общей площади территории страны в 20,8 млн. га. Орошение практикуется на

148,9 тыс. га преимущественно в южной части страны. Около 1,2 млн. га пахотных земель подвержены эрозии и почти 500 тыс. га относят к категории сильно эродированных. Большие площади земель были нарушены в результате добычи торфа и минерального сырья, однако, масштабы рекультивации примерно соответствовали площадям земель, выделенных добывающим отраслям за последние 20 лет (примерно 10000 га/год).

Водно-болотистые угодья являются неотъемлемой частью систем водных ресурсов и их качество и жизнедеятельность могут оказывать благотворное влияние на качество воды в реках и озерах.

Экологически опасны районы республики с высоким процентом распаханности и низким процентом облесенности и, как следствие, с высоким процентом эродированности почв. Смыв почвы вследствие водной эрозии в среднем с сельскохозяйственных угодий Беларуси – 20–40 т/га, а с пашни более 100 т/га в год. Беларуси радиоактивному загрязнению цезием-137 с содержанием в почве более 37 кБк/м² подверглась территория, площадь которой составляет 46,45 тыс. км². Радиоактивное загрязнение носит неравномерный "пятнистый" характер даже в пределах одного населенного пункта. Загрязнение территории стронцием-90 носит локальный характер. Уровни загрязнения почвы стронцием-90 более 5,5 кБк/м², обнаружены на площади 21,1 тыс. км², что составляет 10 % от общей площади республики.

Максимальные уровни загрязнения стронцием-90 в почве в населенных пунктах ближней зоны обнаружены в пределах 30-км зоны ЧАЭС и достигают величины 1800 кБк/м² в Хойникском районе Гомельской области. Наиболее высокое содержание стронция-90 в почвах дальней зоны обнаружено на расстоянии 250 км – в Чериковском районе Могилевской области и составляет 29 кБк/м², а также в северной части Гомельской области в Ветковском районе – 137 кБк/м².

Загрязнение почвы изотопами плутония более 0,37 кБк/м² охватывает площадь около 4 тыс. км², что составляет около 2 % площади республики. Эти территории преимущественно находятся в Гомельской области и Чериковском районе Могилевской области. Так, загрязнение почвы изотопами плутония от 0,37 до 7 кБк/м² отмечено в Брагинском, Наровлянском, Хойникском, Речицком, Добрушском и Лоевском районах Гомельской области. Содержание в почве плутония 3,7 кБк/м² характерно для 30-км зоны ЧАЭС. Наиболее высокие уровни изотопов плутония в почве наблюдаются в н.п. Массаны Хойникского района – более 111 кБк/м².

Научное издание

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ВОПРОСЫ
ИЗУЧЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ПОЧВЕННО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
Международной научно-практической
конференции, посвященной
70-летию кафедры почвоведения БГУ
16 – 20 сентября 2003 г.**

В авторской редакции

Ответственные за выпуск *В.С.Аношко, Н.А.Чумакова*

Компьютерная верстка Л.В.Гурьяновой

Отпечатано в Издательском центре БГУ.
220030, Минск, ул.Красноармейская,6.