

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ И ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ

© 2014 В.В. Заболотских

Тольяттинский государственный университет

Поступила в редакцию 13.01.2014

Рассмотрены базовые принципы управления устойчивостью агроэкосистем на основе биосферно-экологических законов и концептуальных подходов к экоадаптивному и биосферосовместимому природопользованию. Почва и процесс гумификации рассматриваются как ключевые управляемые элементы, а биотехнологии как механизмы целенаправленного регулирования процессов, протекающих в экосистемах.  
*Ключевые слова:* почва, агроэкосистема, устойчивость, природопользование

**Деградация почв** – совокупность природных и антропогенных процессов, приводящих к изменению функции почв, количественному и качественному ухудшению их состава, свойств и режимов природно-хозяйственной значимости земель, в настоящее время представляет одну из важнейших социально-экономических проблем, которая создает угрозу экологической, экономической и в целом национальной безопасности России.

Водная и ветровая эрозия, подтопление, локальное переувлажнение, засоление, осолонцевание, переуплотнение, дегумификация, захламление отходами производства и потребления, загрязнение радионуклидами и тяжелыми металлами как следствие экстенсивного хозяйствования и техногенеза наносят огромный ущерб продуктивному потенциалу земельного фонда России [1, 2, 7, 8].

Из сферы сельскохозяйственного производства в результате деградации земель, перевода их в другие виды использования, исключаются значительные площади угодий. По данным государственного учета, общая площадь эродированных, дефлированных, эрозионно- и дефляционно-опасных сельскохозяйственных угодий составляет 130 млн га. Доля эродированных и дефлированных почв продолжает неуклонно увеличиваться.

Техногенное загрязнение почвы тяжелыми металлами, нефтепродуктами, пестицидами и другими органическими ксенобиотиками вызывает большие перегрузки в отношении самоочищающей способности почвы и оказывает значительное влияние на микробиологические процессы круговорота углерода и азота. Например, некоторые гербициды и фунгициды подавляют процесс симбиотической фиксации азота бобовыми культурами. В результате бобовые культуры

полностью переходят на использование минерального азота из почвы и удобрений. Аналогичным образом действуют тяжелые металлы и металлоиды. В частности, кадмий, свинец, железо, мышьяк оказывают отрицательное действие на формирование бобово-ризобияльных и микоризных симбиотических систем [5].

Более 250 тыс. га сельскохозяйственных угодий имеют уровень антропогенного загрязнения в 10 - 100 раз выше фонового, техногенные выбросы покрывают 18 млн га, тяжелыми металлами загрязнено 3,6 млн га. Радионуклидами только в Уральском регионе загрязнено 25 тыс. км<sup>2</sup> [6].

Особую проблему для сельского хозяйства представляет **снижение плодородия почв**. Снижение плодородия происходит за счет утраты гумуса, основных питательных элементов (NPK), необходимых микроэлементов. Среднегодовые потери почвы при совместном проявлении водной эрозии и дефляции оцениваются примерно в 15 т/га. Можно ожидать, что общие потери почвы с эродированных и дефлированных сельскохозяйственных угодий составят приблизительно 750-800 млн т, в которых содержится 32 млн т гумуса, 4,8 млн валового фосфора, 60 млн калия, 8,8 млн т общего азота. Это эквивалентно следующему количеству минеральных удобрений: 26,4 млн т аммиачной селитры, 9,6 млн суперфосфата, 100 млн т хлористого калия.

Наблюдается снижение содержания гумуса и элементов питания в почвах сельскохозяйственных угодий практически во всех регионах России. К настоящему времени 46% пахотных земель имеет низкое содержание гумуса. Около 100 млн га в пределах 35 субъектов Российской Федерации занимают районы, подверженные опустыниванию и засухам или потенциально опасные в этом отношении.

Проблемы почвенного плодородия напрямую связаны с особенностями хозяйственной деятельности человека на земле – многие технологии зем-

*Заболотских Влада Валентиновна, кандидат биологических наук, заведующая кафедрой экологии, природопользования и биотехнологий Тольяттинского государственного университета. E-mail: vlada310308@mail.ru*

лепользования устарели или не эффективны, мероприятия по повышению урожайности сельскохозяйственных культур зачастую связаны с истощительным землепользованием и необоснованным внесением большого количества химических удобрений и пестицидов, существенно загрязняющих почвы и приводящих к деградации их плодородного слоя.

Для восстановления плодородия почв, уменьшения деградации земель необходимы научно обоснованные подходы и технологии неистощительного землепользования и разработка комплексов эффективных мер по реабилитации загрязнённых и обеднённых почв.

Необходимо развивать деятельность, опирающуюся на знание законов экологии, принципов и правил обустройства природных систем, реализацию природосохраняющих и природосовместимых технологий. В этой связи важно рассмотреть следующие концепции и подходы.

**1. Биосферный подход к восстановлению почвенных агроэкосистем.** Биосфера как многоструктурная глобальная саморазвивающаяся система, включает в себе все необходимое и достаточное для преобразования одних своих качественных состояний в другие с помощью механизмов преодоления своих внутренних противоречий.

Обеспечить гармонию в отношениях общества с природой – значит добиться соответствия между принципами человеческой деятельности в природе и законами функционирования и развития биосферы. Добиться такого соответствия – значит, преодолеть те противоречия, которые лежат в основе экологического кризиса.

Любая экосистема (в том числе и агроэкосистемы) способна к *биотической саморегуляции*, которая проявляется: 1) в усилении способности к поддержанию равновесия и балансов вещества и энергии в экосистемах; 2) в упрочении условий существования организмов в разных звеньях биотического круговорота; 3) в умножении возможностей самовосстановления условий обитания организмов, если они нарушены либо природными, либо антропогенными воздействиями.

С точки зрения **концепции биотической регуляции** биосферы необходимо *остановить необратимое разрушение биосферы, восстановить до уровня естественной продуктивности* пострадавшие экосистемы, наделить техноценозы биосферными функциями, обеспечить для агроландшафтов рациональное сочетание естественных биогеоценозов и агроценозов, снизить техногенную нагрузку на ландшафт через создание экологически чистых технологий и экологически рациональной экономики.

Задача в том, чтобы найти пути безболезненного вхождения промышленных, сельскохозяй-

ственных и других отраслей в биосферные процессы через отыскание *биосферосовместимых антропогенных круговоротов*.

Природа сама себя восстанавливает, охраняет и улучшает. Биота преобразует материнскую породу в почву, воспроизводит в ней минеральные соли, формирует структуру, необходимую для растений, регулирует газовый состав атмосферы, образует осадочные породы. При взаимодействии организмов друг с другом, благодаря их совокупным действиям, они улучшают условия и среду своего собственного обитания. Этот процесс может быть назван естественными «*природными мелиорациями*».

Необходимо создать условия для самовоспроизводства экосистемами (биосферой, агроэкосистемами) условий и среды жизнеобеспечения своих структурных единиц – для **естественных мелиораций**.

Человек же в ряде случаев продолжает мешать этим проявлениям механизмов биотической саморегуляции. Так, например, *традиционные мелиорации*, в том числе и комплексные, часто значительно снижают способность почв к саморегуляции, о чем говорят факты снижения естественного плодородия почв при слишком больших дозах минеральных удобрений. Становится ясным, что восстановление окружающей среды на базе существующего технологического подхода не дает желаемых результатов и не снижает антропогенной нагрузки.

В этой связи особое значение в природопользовании приобретают не нарушающие природные процессы и экосистемы – **биотехнологии** и *подход к регулированию* и созданию условий для *агроэкосистем и природных систем*, где их *функции устойчивости, саморегуляции, самовосстановления усиливаются*.

**2. Концепция природообустройства.** Сегодня возобновление природных ресурсов, их восстановление, а также охрана природных условий – все это возложено на сферу природопользования. Однако экологический кризис, продолжающийся обостряться, красноречиво говорит о том, что сфера природопользования не справляется с этими задачами.

В современном природопользовании нет эквивалентного восстановления экосистем. Для него характерно истощительное использование невозобновимых ресурсов, прежде всего, топлива и руд, и *интенсивная эксплуатация* возобновимых – почв и лесов.

Становится все более насущной потребность выделить из сферы природопользования такие виды деятельности человека в природе, как восстановление, сохранение природных систем, их переформирование, если они необратимо разру-

шены, в самостоятельную сферу. Этот подход реализуется в новом направлении хозяйственной деятельности человека в природообустройстве.

*Природообустройство* – это опирающаяся на знание законов саморегуляции биосферы экологически целенаправленная деятельность общества, обеспечивающая средосберегающее природопользование, *сохранение и улучшение устойчивости природных и социоприродных систем*, благодаря чему достигается благосостояние, улучшение качества жизни населения, *осуществляется защита интересов будущих поколений*.

Стратегическая задача природообустройства – это обеспечение устойчивости биосферы через сохранение ее функций и, прежде всего, средообразующей.

**3. Концепция устойчивости биосферы** базируется на *сохранении механизма гомеостаза* ее биогеоценозов, то есть ее первичных экологических структур.

**Гомеостаз** – это механизм поддержания динамического равновесия или стабильного неравновесия в экосистемах в условиях воздействия на них природных, или антропогенных факторов. Количественная оценка таких воздействий – емкость экосистемы, то есть максимум (количественная мера) вещества и энергии, которая поглощается экосистемой, но не разрушает гомеостаз, ее способность к возвращению в исходное состояние.

Гомеостаз означает гарантию сохранения таких системных качеств, как саморегуляция, целостность, устойчивость, способность к воспроизводству и развитию.

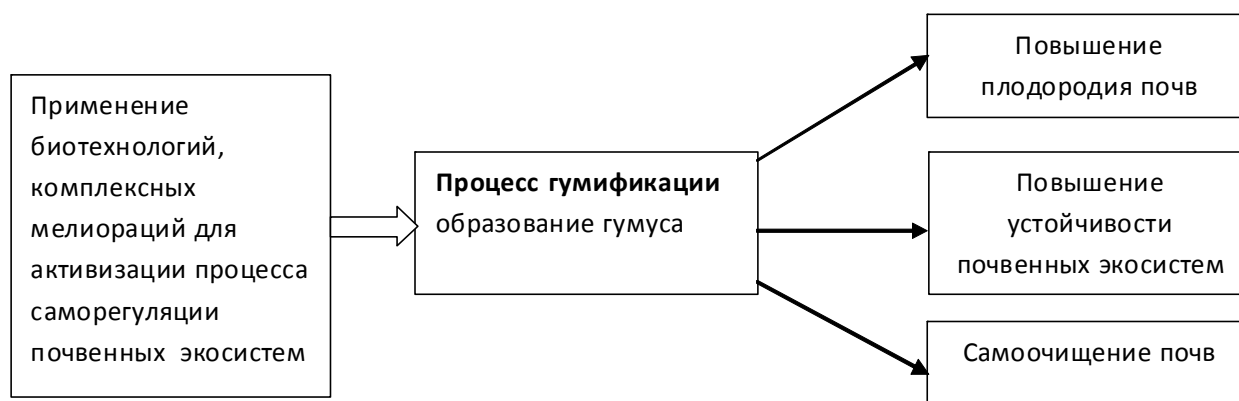
Поскольку механизмы гомеостаза носят динамический характер, человек может использовать природные системы в своих хозяйственных целях, не выходя за границы этой динамики. Если эта граница перейдена, то требуется соответствующая компенсация. К сожалению, эта динамика применительно к почвам в настоящее время часто принимает форму интенсификации биогеохимических

циклов отдельных элементов (углерода, азота, фосфора, калия и др.). Отчуждение же вещества из почвы «...компенсируются минеральными удобрениями. Интенсификация биологического круговорота веществ на искусственной абиотической основе ведет к деградации природных регулирующих механизмов, превращению почвы из сложной экологически сбалансированной системы в субстрат для передачи вносимых минеральных удобрений к корням растений. Все это ведет, в конечном итоге, к деагрегации, дегумификации почвы, загрязнению ее избыточными и остаточными химическими веществами, отравлению микроорганизмов, ухудшению водного, теплового и окислительно-восстановительного режима, поверхностной эрозии» (Почвоведение. 1989. № 12 С. 61).

Почвозащитное земледелие призвано поддерживать и регулировать природные почвенные механизмы гомеостаза и саморегуляции.

**4. Концепция коэволюционного развития общества и природы.** Необходимо обратиться к учению В.И. Вернадского о биогеохимическом круговороте химических элементов в ландшафте. Вернадский В.И. считал, что человечество превратилось в мощную геологическую силу. На наших глазах оно становится столь же мощной химической силой. Задача в том, чтобы человечество превратилось в меньшую по своему значению биотическую силу на нашей планете, чтобы разумно сочетать между собой действия этих трех факторов – геологического, химического, биотического – в их антропогенном воздействии на биосферу. На место *стратегии ресурсного подхода* и основанного на ней экономического роста должна придти *стратегия решения проблем ресурсов и экономического роста с позиций биосферно-экологического подхода*, опирающаяся на коэволюционное развитие общества и природы. На место практики разрушения должна придти стратегия их *саморазвития*.

И в этом ключе весьма перспективны **комплексные мелиорации**, согласующие потребнос-



**Рис. 1.** Управление почвенным плодородием и устойчивостью почв через регулирование процесса гумификации.

ти сельскохозяйственных культур со всеми факторами среды и реализуемые на основе применения комплексного подхода в создании устойчивых агроландшафтов. Агроландшафт должен быть обустроен так, чтобы выполнять не только хозяйственные функции, но и соответствовать своему биосферному предназначению.

Биосферный подход позволяет подойти к агроландшафту и его компонентам как к живому организму. Он выявляет четкую зависимость плодородия почв и урожайности от структуры и функций агроландшафта, от соотношения естественных биогеоценозов и агроценозов в нем. Это соотношение специфично для каждой природной зоны. Так, в почве этот подход позволяет увидеть управляющую подсистему биогеоценоза, а среди видов мелиораций рассмотреть возрастающее значение *биомелиораций* и, прежде всего, агролесотехнических мелиораций в качестве мощного регулятора балансов и режимов ландшафта.

**5. Почва как управляющее звено биогеоценоза.** Почва гетеротрофная подсистема биогеоценоза (микроорганизмы, низшие грибы, актиномицеты) во-первых, замыкает биогенные вещества в круговороте биогеоценоза и не дает им уйти в абиотическое окружение, и во-вторых, она аккумулирует из абиотической среды в биотический круговорот нужные растениям минеральные элементы.

Рациональное решение конкретных практических задач предполагает полную ясность в теоретико-методологических основах **управления процессами почвообразования и плодородия почв**. Преобразования природных систем должны соответствовать их гомеостатическим возможностям. Должен быть паритет хозяйственных и природных возможностей экосистем.

Почва – это связующее звено абиотических и биотических процессов, их регулятор и преобразователь потоков массы – и энергопереноса органических и минеральных элементов [3,5].

В руководстве НИиПИ экологии города «Оценка почв и грунтов...», 2001» дано такое определение нативной почвы: «Почва – самостоятельное естественно-историческое органоминеральное тело, являющееся сложной полифункциональной и поликомпонентной многофазной открытой системой, сформировавшейся в поверхностном слое земной коры в результате длительного воздействия биотических и абиотических факторов почвообразования; состоящее из твердой, жидкой, газообразной и живой фаз и имеющее специфические генетико-морфологические признаки и свойства, создающие для роста и развития растений соответствующие условия» [1].

Основные геосферные функции почвы как природного тела обусловлены ее положением на стыке живой и неживой природы.

Почва – главный реактор трансформации и круговорота элементов. Она играет роль центрального звена в глобальном углерод-кислородном цикле и наряду с океаном выполняет функции регулятора состава атмосферы. От почвы зависит динамика тепла и влаги в приземных слоях воздуха. Фильтрационная и буферная способности почвы имеют важное значение для поддержания стабильных условий в пресноводных и почвенных экосистемах.

Почва - место депонирования и хранения биологически важных элементов и веществ, специфического органического вещества - **гумуса**, обеспечивающего длительное плодородие возделываемых полей и пастбищ. Наряду с этим в почве *аккумулируются различные загрязнения*, которые инактивируются с помощью почвенных микробов либо избирательно поступают в воздушный бассейн, в грунтовые воды и т.п. Аккумулируя тяжелые металлы и радионуклиды, почва выполняет также *мощную барьерную функцию* на пути их миграции в биогеоценозах. В почвах загрязняющие компоненты находятся гораздо дольше, чем в других природных средах.

В.В. Докучаев впервые проанализировал **процесс гумификации** (превращение органических остатков растений в почвенный гумус) как функцию биоклиматических условий. Органические соединения, поступающие в почву в составе остатков растительных и животных организмов, либо разрушаются до простых неорганических соединений ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  и др.), либо преобразуются в новые органические соединения (гуминовые и фульвокислоты, гумин). Комплекс новообразованных специфических почвенных органических соединений получил название почвенного перегноя, или **гумуса**.

Почвенный гумус является хранилищем ценнейших веществ, необходимых для питания растений. Для среднего элементарного состава гумуса характерно заметное увеличение углерода и азота по сравнению со средним элементарным составом растительных остатков. Гумус обогащён серой, фосфором, калием, а также микроэлементами (кобальтом, молибденом, медью и др.).

Гумин, гуминовые кислоты и фульвокислоты образуют специфические компоненты почвенного гумуса, не встречающиеся среди других известных на земле органических веществ. Они составляют 85 – 90 % от общей массы органического вещества почвы.

**Гумус** является наиболее характерной и существенной частью почвы, с которой в основном связано **плодородие**.

**Гумификация** – один из самых важных почвенных биохимических процессов. Сущность его заключается в трансформации растительных

остатков в своеобразные, тёмноокрашенные органические гуминовые вещества преимущественно кислотной природы. Особенность гуминовых веществ заключается в высокой устойчивости к гидротермическим и биохимическим условиям.

Основные компоненты гуминовых веществ - гумусовые кислоты: гуминовые и фульвокислоты, их соли, а также гумин - комплекс гумусовых кислот, связанных с высокодисперсными минеральными частицами. Эти компоненты различаются растворимостью в кислоте или щелочи, а также в спиртовых средах. Гуминовые кислоты - темно-окрашенные соединения, растворяются в щелочной среде, не растворяются в кислоте. Фульвокислоты - темно-окрашенные соединения, растворяются как в слабых растворах щелочей, так и в слабых растворах кислот. Гумин нерастворим при любых рН и наиболее прочно связан с почвенной минеральной фракцией, которая не экстрагируется щелочами. В зависимости от типа почв соотношение гуминовых кислот и фульвокислот изменяется от 0,3 до 2,5 [5].

Гумус содержит все элементы, необходимые для питания растений; концентрирует фосфор, калий, железо, кальций и другие элементы. В виде гуминовых веществ накапливается до 90-99% азота почв и более 50% фосфора и серы. В результате минерализации гумуса химические элементы в виде растворенных солей становятся доступными для поглощения корнями растений. Кроме того, при разложении гумуса выделяется углекислый газ - источник углерода для растений. Предполагается, что именно гумус, а не воздух - основной поставщик углекислоты для фотосинтетической деятельности растений. Торфяно-глеевые почвы тундры выделяют примерно 0,3 т/га в год  $\text{CO}_2$ , подзолистые почвы хвойных лесов - от 3,5 до 30, бурые и серые почвы лиственных лесов - от 20 до 60, черноземы степей - от 40 до 70 т/га в год.

Значение гумуса не исчерпывается только функцией питания растений. Он улучшает физические свойства почвы. Темный цвет гумуса способствует прогреванию почвы. Его водоудерживающая способность значительно выше, чем у глины. Комковатая агрегированная структура, которую приобретает почва при наличии в ней гумуса, улучшает ее аэрацию, инфильтруемость и обрабатываемость, закрепление корней растений, уменьшает потери верхнего плодородного слоя почвы в результате смыва поверхностными водами и пылеуноса, уменьшает потери воды вследствие испарения, повышает засухоустойчивость растений.

Таким образом, гуминовые вещества в почве выполняют аккумулятивную, транспортную, регуляторную, протекторную, физиологическую функции.

Потери гумуса в результате естественных процессов или интенсивной эксплуатации пахотного слоя приводят к дегумификации и, следовательно, к снижению урожайности, утрате почвенной структуры и всех свойств, которые она обуславливает.

Используя агротехнические и технологические приемы, качество почвы можно восстановить, при этом важно вносить минеральные и органические удобрения по агротехническим нормам. При внесении только минеральных удобрений гумус не восстанавливается, только органических удобрений - не обеспечивается достаточное поступление биогенных элементов. В последнем случае микроорганизмы и растения извлекают из минерального и органического вещества почвы дополнительное количество элементов, необходимых для их жизнедеятельности, что приводит к ее обеднению биогенами. Для восстановления выведенных из сельскохозяйственного оборота территорий, их рекультивации и ремедиации применяют ряд технологий, основанных на получении и внесении различных почвенных субстратов.

Важную роль гуминовые вещества выполняют в обезвреживании, накоплении и миграции загрязнителей. Вредные химические соединения, попавшие в почву, сорбируются главным образом почвенным органическим веществом. Органические загрязнения вовлекаются в процессы микробиологической трансформации и деградации. Часть токсикантов не минерализуется и связывается с гумусовыми кислотами в результате биологических, химических и фотохимических процессов, вследствие чего токсичность загрязняющих веществ уменьшается [5].

Для очистки загрязненных почв с высоким содержанием гуминовых кислот (например, в черноземах) целесообразно применять методы иммобилизации, связывания и обездвиживания загрязнений непосредственно в почве. Это снизит проникновение загрязнений в почвенную воду, организмы и растения и их последующее движение по трофическим цепям питания. В почвах, бедных гумусом, но с высоким содержанием фульвокислот в гуминовом веществе (подзолистые, заболоченные) целесообразно применять методы мобилизации, вымывания загрязнений из почвы.

Таким образом, устойчивость агроландшафтов в решающей степени зависит от **устойчивости почв**, особенностей **процесса гумификации**, определяющего не только **плодородие** почв, но и **способность почв к саморегуляции и восстановлению** (рис. 1).

Важен переход к **мелиорациям как средствам сохранения или восстановления гомеостатических, то есть биосферных свойств почв**.

Агроэкосистемам присущи те же внутренние

регулирующие механизмы, что и естественным биогеоценозам. Поэтому сохранение саморегулирующихся процессов в агроэкосистемах содействует снижению вещественно – энергетических затрат на антропогенное регулирование, что делает его более экономичным. Так разрешается противоречие между почвой как средством производства сельскохозяйственной продукции и почвой в качестве естественно – исторического, биосферного тела.

При регулировании продукционного процесса, стремятся достичь решения одновременно двух задач – повышения продуктивности и обеспечения устойчивости агроценозов.

Границы интенсификации сельскохозяйственного производства с помощью комплексных мелиораций определяются экологическими возможностями агроценозов и агроландшафтов.

Пока не разработана биосферосберегающая и биосферосовместимая стратегия развития хозяйственной деятельности общества, природопользование, основанное на принципе ограничения вмешательства в природные системы, не может быть названо тупиковым, как это иногда утверждается. Сегодня это означает проявление осторожности в использовании природных ресурсов. Однако и природопользование, сориентированное на создание экологически безопасных технологий, при всей их значимости, так же нельзя абсолютизировать.

**Технологии природопользования и восстановления плодородия и устойчивости почв** в соответствии с биосферно-экологическим подходом должны опираться на следующие принципы:

- принцип ограниченного вмешательства в природные системы и агросистемы;
- принцип сохранения саморегулирующих процессов в агроэкосистеме;
- принцип восстановления гомеостатических и биосферных свойств почвы;
- принцип применения биосферосовместимых и природосообразных технологий, не нарушающих почвенные экосистемы;
- принцип создания условий для повышения устойчивости почвенной экосистемы;
- принцип интенсификации процесса гумификации и биогенного круговорота, а не его замещение через внесение удобрений.
- принцип обеспечения баланса и гомеостатического равновесия в агроэкосистемах.

Управление природными ресурсами на землях, подверженных деградации и опустыниванию наиболее эффективно на основе применения природосообразных технологий и мероприятий.

**Агролесомелиорация** - управление ресурсным потенциалом лесоаграрных ландшафтов через трансформацию микроклимата, водно-со-

левого режима почвогрунтов и иных факторов среды. Лесомелиоративные комплексы, существенно повышая лесистость территории, преобразуют простые аграрные ландшафты в более сложные, а следовательно, и более устойчивые – лесоаграрные или агролесоландшафты. В них менее активно действуют (или совершенно не проявляются) деструктивные процессы, слабее вредоносность засух и суховеев. На защищенных территориях значительно улучшается гидротермический режим, сокращается поверхностный сток, оптимизируются процессы почвообразования, чище и полноводнее становятся реки и водоемы, богаче и разнообразнее флора и фауна, в почвах повышается содержание гумуса и биогенных элементов, улучшается структура и водопрочность почвенных агрегатов, активизируются микробиологические процессы, почвенный профиль освобождается от токсичных солей.

**Агролесомелиоративное обустройство сельскохозяйственных угодий** проявляется в жестком контурном ландшафтно-хозяйственном разграничении земель системой полевых защитных и пастбищезащитных лесных полос, что способствует адаптации технологий и дальнейшему увеличению эксплуатационных нагрузок на систему в целом с адекватной отдачей продукции без снижения потенциала плодородия земель.

В качестве первоочередных и превентивных мер для стабилизации устойчивости экологически благополучных территориальных комплексов, а также повышения устойчивости функционирования деградированных комплексов необходимо следующее:

- нейтрализация негативных процессов в почве и осуществление мер по ликвидации и предупреждению деградации земель, максимальная экологизация сельскохозяйственного производства с биологизацией земледелия;
- агролесомелиоративное обустройство сельскохозяйственных угодий;
- техническое переоснащение гидромелиоративных систем для обеспечения требуемого водного режима почвы при возделывании сельскохозяйственных культур;
- разработка и освоение научно обоснованных систем комплексной мелиорации земель и систем земледелия на мелиорированных землях;
- разработка и осуществление мер на федеральном и муниципальном уровнях по предотвращению загрязнения сельскохозяйственных земель отходами промышленности.

**Применение биологической рекультивации** для восстановления почвенного покрова. В ходе биологической рекультивации обеспечивается формирование почвенного слоя, оструктурирование почвы, накопление гумуса и питательных веществ

и доведение свойств почвенного покрова до состояния, отвечающего требованиям сельскохозяйственных культур, намечаемых к возделыванию.

Для улучшения качества почв, повышения их плодородия применяются **процессы ремедиации** (от англ. *remediation* - излечение, исправление, реабилитация) - удаления загрязнений и восстановление мульти функциональности природных сред способами, безопасными для экосистем и человека.

**Биотехнологии** все более активно используются для рекультивации, диверсификации почв, реабилитации территорий, благоустройства ландшафтов, защиты от эрозии почв, береговых линий, борьбы с почвенным засолением и закислением и т.п. За рубежом (Австрия, США, Франция, ФРГ и другие развитые страны) популярно биологическое ведение сельского хозяйства, суть которого сводится к тому, чтобы «кормить почву, а не растения». Цель этой технологии - максимально снизить негативные последствия истощения и деградации земель.

Для решения экологических проблем способами биотехнологии используют главным образом эволюционно сложившиеся функции микроорганизмов: их роль в биогеохимическом круговороте веществ в природе, в процессах самоочищения экосистем, деградации техногенных загрязнений, в образовании почвенного гумуса.

Использование природных механизмов, живых объектов - наиболее экологически чистый способ. Биологический материал включает в трофические цепи питания, природный круговорот веществ без образования отходов. Биологические способы позволяют полностью минерализовать органические загрязнения, процессы протекают в более мягких условиях и отличаются

универсальностью или селективностью.

Знание экологических закономерностей и целенаправленное регулирование процессов, протекающих в экосистемах позволяют разрабатывать биометоды и биотехнологии обеспечения защиты природных систем от антропогенных и техногенных воздействий и их восстановления.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Урбопочвоведение: учебник / *О.С. Безуглова, С.Н. Горбов, И.В. Морозов, Г.В. Невидомская*. Южный федеральный университет. Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2012. 264
2. *Васильев А.В.* Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учебное пособие. Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2012. 201 с.
3. *Васильев А.В., Заболотских В.В., Тупицына О.В., Штеренберг А.М.* Экологический мониторинг токсического загрязнения почвы нефтепродуктами с использованием методов биотестирования // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2012. № 4. С. 242-249.
4. *Заболотских В.В.* Региональные аспекты защиты окружающей среды на основе эковиотехнологий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т.14. № 1(3). С.728-733
5. *Кузнецов А.Е., Градова Н.Б.* Научные основы эковиотехнологии: Учебное пособие для студентов. М.: Мир, 2006. 504 с.
6. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв [под ред. Д. С. Орлова]. М.: Изд-во МГУ, 1994. 271 с.
7. *Заболотских В.В., Васильев А.В.* Мониторинг токсического воздействия на окружающую среду с использованием методов биоиндикации и биотестирования: монография. Самара, 2012.
8. *Заболотских В.В., Васильев А.В., Терещенко Ю.П.* Комплексный мониторинг антропогенного загрязнения в системе обеспечения экологической безопасности города // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. № 2. С. 58-62.

## CONCEPTUAL AND TECHNOLOGICAL APPROACHES TO RESTORE STABILITY AND FERTILITY OF SOILS

© 2014 V.V. Zabolotskikh

Togliatti State University

Basic principles of management of sustainability of agro-ecosystems based on the biosphere-environmental laws and conceptual approaches to coadaptive and biosphere-atmosphere nature are described. The soil and the process of humification are considered as key managed elements, and biotechnology as the mechanisms of targeted regulation processes in ecosystems.

*Keywords:* soil, agro-ecosystem, sustainability, natural resources using