

ОБЗОРЫ

УДК 631.5: 631.6: 911.2

doi: 10.30766/2072-9081.2018.65.4.04-18

Виды динамики состояния мелиорированных агроландшафтов

Д.А. Иванов

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», п. Эммаусс, Тверская область, Российская Федерация

В работе описаны основные виды пространственной и временной изменчивости состояния компонентов природных геосистем и агроландшафтов, протекающей под воздействием естественных причин и антропогенных факторов. Выявлены особенности многолетней динамики состояния климата, литологического фундамента, рельефа, природных вод, почв и растительности в пределах природных геосистем и агроландшафтов. Обусловлено положение об адаптивных реакциях компонентов геокомплексов на внешние и внутренние факторы изменчивости природной среды. Показано, что эти реакции являются движущей силой ландшафтогенеза природных территориальных комплексов и агрогеосистем. Основным тезисом работы является утверждение о вторичной роли деятельности человека в процессе ландшафтогенеза антропогенных ландшафтов, в том числе и агрогеосистем. Антропогенное воздействие лишь видоизменяет характер протекания естественных ландшафтных процессов. Показано, что наиболее динамичны характеристики производных компонентов ландшафта – природных вод, почв и растительности. Антропогенная динамика состояния этих природных тел достаточно сложна и многогранна. Наиболее полно описаны адаптивные реакции почвенного покрова и растительности природных ландшафтов и антропогенных геосистем. Раскрыты зависимости состояния почвенного покрова ландшафта от трендов эволюционной динамики климата и рельефа. В работе отмечается влияние мелиоративных мероприятий на состояние почвенного плодородия и структуры почвенного покрова. Подробно описаны виды растительных сукцессий и их взаимосвязь с динамикой почвенного покрова. Теоретическое описание особенностей функционирования природного, антропогенно-преобразованного и наиболее измененного – мелиорированного ландшафта дает возможность создания технологий ландшафтного инжиниринга – системы управления параметрами природной среды при ее сельскохозяйственном использовании.

Ключевые слова: агрогеосистема, компоненты ландшафта, динамика, эволюция, адаптивные реакции компонентов ландшафта

Проблема природообустройства весьма актуальна на современном этапе развития страны и разрабатывается многими авторами в глобальном и региональном аспектах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Теоретической основой современного природообустройства является ландшафтоведение [8, 9] и агроландшафтоведение [10]. Агрогеосистема (АГС) – ландшафт, измененный в процессе сельскохозяйственного использования – является краеугольным понятием агроландшафтоведения [11, 12, 13]. Основной метод исследования агрогеосистемных процессов – изучение разнообразной изменчивости характеристик составных частей и компонентов АГС. Динамика состояния любого компонента агрогеосистемы содержит две компоненты – естественную и антропогенно-обусловленную динамики, которые накладываясь друг на друга, образуют тренд его развития. Совокупное влияние этих динамик состояния компонентов может либо активизировать деградационные процессы в АГС, либо привести к их затуханию. Негативный тренд естественной динамики компонента (например, заболачивание почв) может быть элими-

нирован направленностью антропогенно-обусловленной динамики его состояния (например, осушением), также и неправильная эксплуатация земельных угодий, ведущая к активизации эрозионных процессов (снижение доли почвозащитных угодий и насаждений, увеличение доли пашни, увеличение доли пропашных в севообороте и т.д.) не приведет к сильному размыву почв в геосистемах, испытывающих неотектоническое опускание. Строительство водохранилищ в зонах неотектонического опускания приводит к резкой активизации процессов заболачивания почво-грунтов, также как и интенсивное выращивание пропашных культур с преобладанием отвальной вспашки в зонах неотектонического воздымания обусловит усиление эрозионных процессов [14].

Динамика состояния любого компонента агрогеосистемы может быть понята как совокупность его адаптивных реакций на изменение ландшафтных условий [11, 12, 15]. Выделяют естественно- и антропогенно-обусловленные адаптивные реакции компонентов агрогеосистем. При антропогенном ландшафтогенезе происходит наложение вторых на первые.

Адаптивные реакции производных компонентов природно-территориальных комплексов (ПТК) (почв, грунтовых вод и биоты), как правило, протекают значительно быстрее и в результате значительно более слабых воздействий, чем эволюция геолого-геоморфологического фундамента ландшафта.

Естественнообусловленные адаптивные реакции климата – длительные (свыше 10 лет), направленные или ритмические изменения климатических условий на Земле в целом или в ее крупных регионах. Причиной естественной трансформации климата являются динамические процессы на Земле (изменение магнитного поля Земли, размеров материков и океанов, извержения вулканов), а также внешние воздействия, такие как изменение орбиты Земли, колебания интенсивности солнечного излучения и, по некоторым данным, пространственная неоднородность галактической среды, по которой передвигается Солнце вместе с планетами. Согласно геологическим данным, среднемировая температура в разные геологические периоды колебалась от +7 до +27°C. Сейчас средняя температура на Земле составляет примерно +14°C. По данным Всемирной метеорологической организации, в последние десятилетия среднегодовая температура увеличивается аномально быстро. Проблема глобального изменения климата является одной из ключевых экологических проблем Земли. Она проявляется в увеличении среднемировой температуры (более мягкие зимы, более жаркие и засушливые летние месяцы), таянии ледников и повышении уровня мирового океана, а также всё более частом возникновении разрушительных тайфунов и ураганов, наводнений в Европе, засух в Австралии и похолодании в Антарктике. «Изменение климата ведет к росту неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений. В 2017 году Всемирный экономический форум (ВЭФ) в 12-м ежегодном докладе, посвященном наиболее важным рискам, с которыми сталкивается человечество, объявил экстремальные погодные явления наиболее вероятными среди главных глобальных рисков, и вторыми по масштабу оказываемого воздействия (после оружия массового поражения). Ежегодные отчеты ВЭФ явно демонстрируют возрастание значимости гидрометеорологического фактора в устойчивом развитии общества» [16].

Естественнообусловленные адаптивные реакции геологического строения АГС происходят под воздействием мощных эндогенных и экзогенных процессов, таких как горообра-

зование, изменение уровня мирового океана или материковое оледенение. При этом пласты горных пород, выходящие на дневную поверхность, либо разрушаются под действием воды или ледника, либо перекрываются пластами новых морских или континентальных отложений. В качестве примеров современных ландшафтов на территории СНГ, в которых происходит трансформация геологического строения, можно привести территорию Балтийского щита (Карелия и Кольский полуостров), где в результате мощного неотектонического воздымания и разрушительной деятельности ледника обнажились древние породы кристаллического фундамента Русской платформы; Прикаспийскую низменность, где в результате регрессии (отступления) моря обнажились морские осадки, образовавшиеся во времена Хвалынской трансгрессии. Неотектоническое опускание Западно-Сибирской низменности приводит к образованию мощных слоев современного аллювия в долинах рек и торфа на водоразделах. Основной адаптивной реакцией горных пород во всех описываемых случаях является возникновение молодых кор выветривания, химический и минералогический состав которых стремится к состоянию термодинамического и геохимического равновесия с условиями дневной поверхности. Так, на юге Финляндии и Карелии развиваются кислые сиалитные коры выветривания, в Прикаспийской низменности – хлоридно-сульфатные и обезыскованные. Одновременно с молодыми корами выветривания образуются почвы, отражающие естественно-исторические процессы в данных ПТК (на Балтийском щите – подзолы, а в Прикаспии – солонцы и солончаки).

Естественнообусловленные адаптивные реакции рельефа вызваны комплексным воздействием многочисленных эндогенных и экзогенных проявлений. Главное условие для вывода рельефа из равновесного состояния – изменение уровня базиса эрозии. Оно может происходить либо в результате неотектонических движений поверхности суши (воздымание или опускание), либо при резком изменении климата (при аридизации климата водоемы высыхают, и базис эрозии понижается, а при значительном и стабильном увеличении осадков базис эрозии повышается). Тектонические движения земной коры (эндогенный фактор) создают крупные неровности земной поверхности, которые с самого начала своего образования подвергаются действию экзогенных процессов, стремящихся их сnivelиро-

вать. Вся поверхность возвышенного участка суши под воздействием экзогенных процессов (выветривания и сноса) понижается. В результате на месте плато или горной страны в условиях спокойного тектонического режима происходит общее понижение поверхности, образуется денудационная равнина – пенеплен. Такой способ образования денудационной равнины на месте гор можно назвать «срезанием сверху». Выделяют три типа формы профиля склонов: выпуклый, прямой и вогнутый, из которых каждый характеризует соотношение эндогенного и экзогенного факторов рельефообразования.

В современной концепции эволюции структуры почвенного покрова (СПП) Русской равнины [17, 18] ее история рассматривается как следствие постепенного ослабления гидроморфизма территории, имевшего максимальное развитие при таянии ледника. Эта общая схема осложняется дифференциальными тектоническими движениями отдельных частей континентов, которые либо затягивают гидроморфные стадии развития (процессы опускания), либо ускоряют, а иногда и вообще исключают их (процессы поднятия). Для многих районов мира важную роль гидроморфных этапов в развитии почвенного покрова можно считать доказанной. Общетеоретический анализ трансформации почвенного покрова в связи с эволюцией рельефа в условиях неизменного климата был проведен С.С. Неуструевым [19]. Он проанализировал изменение почвенного покрова территории, рельеф которой развивается, проходя стадии молодости, зрелости и старости, установленные В. М. Дейвисом [20].

Естественнообусловленные адаптивные реакции поверхностных и грунтовых вод зависят от климатических и ландшафтных условий. Изменения климатических условий определяют динамику общей обводненности геосистемы, высоты уровней поверхностных и почвенно-грунтовых вод их физических (агрегатное состояние, температура, плотность), химических (рН, окислительно-восстановительный потенциал, химический и биохимический составы) и биологических (микро-, мезо- и макрофлора и фауна водоемов) свойств. Изменение ландшафтных условий, прежде всего, влияет на интенсивность перемещения поверхностных и грунтовых водных потоков (направление и скорость течения), а также на их физические, химические и биологические свойства. Режим верховодки в пределах агроландшафта конечно-моренной гряды, характе-

ризующегося сложным геолого-почвенно-ландшафтным устройством, зависит от погодных условий, особенностей микробассейна и ландшафтной пестроты. Нашими исследованиями на агроэкологическом стационаре Всероссийского НИИ мелиорированных земель (ВНИИМЗ) установлено, что погодные условия, как правило, значительно сильнее влияют на вариabельность уровня почвенно-грунтовых вод (УПГВ), чем ландшафтные. Исключение составляет пространственно-временная изменчивость коэффициентов вариации УПГВ, на которую в равной степени влияют как погодные, так и ландшафтные условия. Погодные условия в основном определяют процессы формирования глубины залегания почвенно-грунтовых вод – среднестатистические уровни залегания верховодки, степень выраженности модальных (наиболее вероятных) значений распределения глубин (экспесс) и величину смещения моды в сторону их малых или больших значений (асимметрия). Ландшафтные условия оказывают заметное влияние на степень колебания значений УПГВ вокруг среднего [21].

Естественнообусловленные адаптивные реакции растительности весьма разнообразны. Среди них следует различать реакции приспособительные и реакции саморазвития. Отдельные особи характеризуются только приспособительными адаптивными реакциями, которые выражаются через изменение морфологических органов растения, продуктивность, циклы развития и т.д. Так, например, сосны, относящиеся к одному и тому же виду, имеют разный габитус в поле и в лесу. Растения одного и того же вида, взятые в центре и на границах своего ареала распространения, отличаются друг от друга не только морфологическими проявлениями и продуктивностью, но и временем жизни, и особенностями местообитания [4, 22].

Растительные сообщества – фитоценозы, характеризуются не только приспособительными адаптивными реакциями, но и реакциями саморазвития – сукцессиями. Следует отметить, что непреодолимой грани между двумя видами адаптивных реакций не существует, так как в процессе саморазвития фитоценоз приспособляется к условиям среды, одновременно изменяя свои и ее параметры. Сукцессией называется последовательная смена фитоценозов, преемственно возникающих на одной и той же территории (биотопе) под влиянием природных факторов (в том числе

внутренних противоречий развития самих растительных сообществ) или воздействия человека. В современный период они, как правило, наблюдаются в результате сложного взаимодействия природных и антропогенных факторов. Конечным результатом сукцессий являются более медленно развивающиеся климаксовые или узловые сообщества. С.М. Разумовский [23] показал, что в климаксовом состоянии эдафические условия разных местоположений сближаются. Как правило, сукцессионная смена фитоценозов происходит в строгой последовательности, нарушение которой (вопреки широко бытующему заблуждению) хозяйственными вмешательствами не всегда ведет к убыстрению процесса.

Антропогенно-обусловленные адаптивные реакции компонентов агрогеосистем протекают под воздействием человека. При их мониторинге важно выяснить их тренд и его соотношение с естественно-обусловленным трендом эволюции компонента. Это сопоставление позволит выработать мероприятия по предотвращению (либо замедлению) деградиционных процессов в ландшафте.

Антропогенно-обусловленные адаптивные реакции климата вызваны усилением парникового эффекта, влияние которого на изменение климата в последние два столетия в 8 раз выше влияния изменений солнечной активности. Промышленные, сельскохозяйственные и другие созданные человечеством источники загрязнения выбрасывают в атмосферу около 22 миллиардов тонн парниковых газов в год. Согласно прогнозам, потепление климата в целом благоприятно скажется на севере России, где условия жизни изменятся к лучшему. Однако перемещение к северу южной границы многолетней мерзлоты одновременно создаст целый ряд проблем, поскольку может привести к разрушению зданий, дорог, трубопроводов, построенных с учетом нынешнего распространения мерзлых грунтов. В южных районах страны ситуация окажется более сложной. Например, сухие степи могут стать еще более засушливыми, может произойти подтопление многих портовых городов и прибрежных низменностей.

Антропогенный вклад в глобальное потепление не всеми исследователями оценивается однозначно. 26 ноября 2014 г. международной группой учёных АЛЛАТРА НАУКА в свет был выпущен доклад «О проблемах и последствиях глобального изменения климата на Земле. Эффективные пути решения данных

проблем» [24], который полностью развенчивает широко расприаренное мнение о глобальном потеплении как результате человеческого вмешательства, соответственно показывая истинный скрытый от общественности смысл Киотского и Монреальского протоколов и иных подобных договоренностей. В докладе, в частности, говорится, что глобальное изменение климата на Земле – это в основном производная от астрономических процессов и их цикличности. Геологическая история свидетельствует, что наша планета уже неоднократно переживала фазы глобального изменения климата.

Антропогенно-обусловленные адаптивные реакции геологического строения АГС весьма редки. Они встречаются в случаях возникновения антропогенных ландшафтов при образовании терриконов (холмов из пустой породы при шахтах), курганов (могильников), намывных островов, насыпей дорог, глубоких карьеров. Во всех этих случаях естественно образовавшееся геологическое строение уничтожается человеком. Горные породы, вышедшие на дневную поверхность (либо вследствие обнажения при выемках, либо перекрывая исходные породы при насыпях), начинают приспосабливаться к условиям новой среды. Основные адаптивные реакции, протекающие при этом – формирование кор выветривания и почв, а также рельефообразующие процессы. Действие адаптивных реакций приводит к тому, что со временем верхние горизонты горных пород превращаются в зональные коры выветривания и зональные почвы. Биогеоценоз, возникший в пределах ландшафта, созданного антропогенным путем, в результате целого ряда сукцессий, при достижении климаксового состояния будет относиться к конкретному зональному типу. Это подтверждают результаты почвенных и биоценологических исследований на древних курганах в различных зонах России. Рельефообразующие процессы, протекающие на насыпях и выемках, принципиально не отличаются от естественных и приводят к формированию зонально-обусловленных форм микрорельефа.

Антропогенно-обусловленные адаптивные реакции рельефа в АГС происходят за счет активизации процессов эрозии в результате человеческой деятельности. Следует отметить, что причиной возникновения ускоренной (антропогенной) эрозии практически никогда не является изменение уровня базиса эрозии (за исключением случаев неправильно-

го осушения или экологических катастроф – например уничтожения Аральского моря).

Различают следующие виды антропогенной эрозии: дорожная – разрушение дорожного покрытия, полотна дороги и придорожных сооружений водными потоками; ирригационная – смыв и размыв почвы при орошении, может сопровождаться засолением почв; капельная и овражная (обусловлены естественными причинами, но значительно активизируются в результате деятельности человека); пастбищная – выдувание, смыв и размыв почв и подпочв в результате ослабления травяного покрова под воздействием выпаса животных.

Адаптируясь к процессам ускоренной эрозии, рельеф приобретает новые черты. Плоскостной смыв, совершаемый на склонах дождевыми и тальными снеговыми водами, получил название делювиального. Максимальные мощности делювия неоднородного гранулометрического состава достигают 15-20 м и более, а ширина шлейфа может составлять сотни метров. Под влиянием плоскостного смыва постепенно уменьшается крутизна склонов, они приобретают плавные очертания и характерный вогнутый профиль.

Овраги – это относительно узкие и глубокие понижения, выработанные временными водными потоками, связанными с выпадением атмосферных осадков или таянием снега [25]. На единый генетический ряд эрозионных форм обратил внимание В.В. Докучаев [26]: бороздки – промоины – овраги – балки – речные долины. Он писал: «...маленькие бороздки – кандидаты в овраги». Интенсивность овражной эрозии зависит от многих факторов: климатических особенностей, рельефа местности, геологического строения (состава горных пород), наличия или отсутствия растительного покрова. Часто причиной возникновения эрозии или ее оживления служит неправильная распашка земель. В результате, особенно в районах, сложенных с поверхности рыхлыми легко размываемыми породами, возникает сложная ветвящаяся овражная система, захватывающая огромные площади плодороднейших земель. Наиболее интенсивное расчленение густой сетью оврагов наблюдается в пределах Среднерусской возвышенности, представляющей собой эрозионно-денудационную пластовую равнину с развитым покровом легко размываемых лёссовидных суглинков различного происхождения. Значительное эрозионное расчленение земель сопровождается

также частичным смывом почв атмосферными осадками, сток которых направляется к оврагам. Глубокое врезание оврагов вызывает местами дренирование и понижение уровня грунтовых вод, в результате чего они становятся недоступными для растений. Возник даже термин «эрозионная засуха» – прогрессирующее иссушение почвы, которое наблюдается в районах широкого развития оврагов. Овраги, вскрывая горизонты грунтовых вод, дренируют их, приводят к их истощению, падению дебита источников и, в конечном счете, к аридизации территории. В степях, например, потеря воды для земледелия в результате эрозии составляет 30-35 млрд м³. О том, насколько отрицательно это сказывается на урожаях, говорит тот факт, что в районах с неустойчивым увлажнением потеря 100 м³ воды означает потерю 1 ц зерна на гектар.

Антропогенно-обусловленные адаптивные реакции почвенного покрова (ПП) АГС выражаются в процессах окультуривания и деградации почв, а также изменения параметров структуры почвенного покрова.

По мнению В.Р. Вильямса [27], без создания в почвах глубокого пахотного слоя немислим никакой прогресс в земледелии. Основные изменения в морфологическом строении профиля, связанные с освоением и окультуриванием почв, затрагивают в основном верх почвенной толщи [28, 29]. Однако ряд исследователей [30] утверждают, что при окультуривании лесных почв коренным образом меняются морфологические свойства всего почвенного профиля. В.Д. Муха [31] предлагает выделять культурное почвообразование как самостоятельный процесс, имеющий специфические особенности своего проявления, соответствующие системе сельскохозяйственного использования в каждой природной зоне.

В.К. Пестряков [28] выделяет три стадии окультуривания почв: 1. Освоенные – почва утрачивает значительную часть гумуса, элементов питания, поглощенных оснований по сравнению с целиной, разрушается ее структура. Явление подзолообразования на этой стадии заметно усиливается. 2. Окультуренные – для них характерно наличие запасов органического вещества и азота на уровне исходных целинных почв или несколько большем, а также резкое увеличение содержания и запасов легкоподвижных форм элементов питания растений. Начинает доминировать аккумуляция веществ в почвенном профиле, однако их вымывание все же присутствует. 3. Сильно-

окультуренные – современные огородные почвы. Для них характерно резкое увеличение содержания и запасов гумуса и азота. Затухание элювиальных процессов по мере окультуривания отмечает также Н.А. Караваева [32, 33], Б.А. Никитин [34] высказывает мысль о практическом отсутствии оподзоливания в пахотных почвах.

Деградация почв – постепенное ухудшение их свойств, вызванное изменением условий почвообразования в результате естественных причин или хозяйственной деятельностью человека. В случае сельскохозяйственных территорий целесообразно выделять следующие стадии деградации почв и земель: *не деградированные* – отсутствие ограничений на виды землепользования, рекомендуемые для данного типа земель, отсутствие достоверного снижения урожайности (менее 10%) и качества сельхозпродукции по сравнению с местными эталонами почв и земель данного типа (подтипа, рода, вида); *слабо деградированные* – достоверное снижение урожайности (на 10-25%), качества продукции, повышение себестоимости производства основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в данных условиях, по сравнению с соответствующими не деградированными (эталонными) землями, имеющими аналогичное расположение в рельефе и инфраструктуре хозяйства; *средне деградированные* – сильное снижение урожайности (на 25-50%) или качества основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в данных условиях, повышение себестоимости их производства в 1,3-2 раза или снижение санитарно-экологического качества получаемой продукции в 2-3 раза; *сильно деградированные* – очень сильное снижение урожайности (и/или качества) основных сельскохозяйственных культур (на 50-75%), повышение себестоимости их производства в 2-3 раза или снижение санитарно-экологического качества получаемой продукции в 3-10 раз, резкое ограничение набора возможных видов сельскохозяйственного использования этих почв и земель; *очень сильно деградированные* – падение урожайности сельскохозяйственных культур более чем в 4 раза, сильное превышение ПДК вредных соединений в получаемой продукции, возможность дальнейшего сельскохозяйственного использования почв и земель резко ограничена.

За норму или эталон почвы при определении степени ее деградации, используют утвержденные зональные эталоны почв в усло-

виях абсолютного контроля (целина, многолетняя залежь) или почвы с невысокой техногенной нагрузкой в условиях относительного контроля (сенокос, пастбище), а также почвы полей с высокой культурой земледелия (государственные сортоиспытательные станции, семенные участки в опытных хозяйствах). В качестве основных диагностических показателей деградации почв и сельскохозяйственных земель предпочтение отдается наиболее простым в определении характеристикам (мощности горизонтов, плотность сложения, содержание гумуса и т.п.). В случае необходимости могут использоваться и более сложные методы анализа (например, основная гидрофизическая характеристика). Работы по изучению и типизации деградации земель в агроландшафте необходимо проводить при наличии фактов негативного антропогенного воздействия на почвенный покров и другие базовые элементы ландшафта, приводящих к ухудшению их свойств, снижению урожайности и качества получаемой растительной продукции.

Кроме конкретных почв, адаптивными реакциями на деятельность человека характеризуется и их совокупность – почвенный покров (ПП). Наиболее существенную трансформацию ПП вызывает антропогенная деятельность. Г.Е. Пятецкий и Р.М. Морозов [35] показали, что наибольшие изменения происходят в почвах, заболачиваемых при уничтожении леса. Менее интенсивны изменения в почвах, где и после сведения леса заболачивание не наступает. Поскольку подобные почвы чередуются в пространстве, образуя структуру почвенного покрова (СПП), то она изменяется существенно. Дальнейшее освоение угодий также трансформирует СПП. Современное фитогенное поле не оказывает воздействия на СПП пашни, так как поля культурных растений, накладываясь друг на друга, создают достаточно ровный фон, однако бывшее фитогенное поле оставляет свой отпечаток в виде густо расположенных пятен почв, обусловленных следами выкорчеванного леса. В.М. Фридланд [36] микропестроту ПП пашни, оставшуюся от леса, назвал реликтовой чертой СПП.

Облик СПП пашни определяют также процессы водной эрозии, обусловленные как мезо-, так и микрорельефом. При распашке усиливаются процессы смыва и намыва почвенного материала, и происходит некоторое «омоложение» территории. При этом ПП усложняется, формируются новые виды элементарных почвенных структур (ЭПС), в которых

большое участие принимают эродированные и намывные почвы. На пашне, по сравнению с целиной, увеличивается количество компонентов в ЭПС, сглаживается контрастность между компонентами, однако различия в свойствах почв остаются значительными и оказывают влияние на урожай сельскохозяйственных культур [37]. По данным же А.П. Сапожникова [38], естественные СПП имеют размытые или диффузные границы, а антропогенез способствует усилению контрастности границ и пестроты ПП. Эти противоречия могут быть объяснены недостаточной изученностью вопроса.

На СПП пашни влияет и агротехническая деятельность человека. Так, применение глубокой вспашки на серых лесных почвах усиливает неоднородность ПП за счет вовлечения в пахотный слой материала горизонта «В» на микроповышениях и второго гумусового горизонта в микропонижениях. Однако при высоком уровне агротехники существенных различий в продуктивности компонентов СПП при этом не наблюдается [39]. К. Круминьш [40] и Р.Я. Сталбов [41] пришли к выводу, что изменение ПП в процессе окультуривания проходит два этапа. Первый проявляется в смыве и намыве почвы, то есть в усложнении СПП и увеличении ее контрастности. Второй этап заключается в выравнивании свойств ПП. Сходный вывод был получен также и на основании анализа пестроты химических свойств почв [42]. При переходе от целинных территорий к освоенным угодьям с недостаточно окультуренными почвами, пестрота основных агрохимических свойств возрастает. Территория с хорошо окультуренными почвами имеет значительно меньшую пестроту химических свойств [43]. Подобные явления отмечают также В.Ф. Басевич [44]. По мере окультуривания изменяется и контрастность ПП, измеряемая вариабельностью одного или нескольких свойств почв [45]. Таким образом, схемы Круминьша - Сталбова и Пестрякова в основном совпадают. Обе они свидетельствуют о нелинейном характере изменений свойств почв и ПП при освоении – на первом этапе наблюдается деградация почвенного покрова и лишь при дальнейшем окультуривании происходит изменение его свойств в благоприятную для человека сторону.

Почвенный покров пашен находится в неустойчивом состоянии – при их забрасывании начинается процесс «обратной» эволюции. По данным Л.О. Карпачевского [46], в лесах, где нарушение сложения почвы происходит без изменения состава и строения дре-

востоя, восстановление почвенного профиля происходит в течение 20-50-ти лет. Установлено, что почва при забрасывании проходит ряд стадий изменения морфологического строения, но в основном новая лесная почва еще долго наследует признаки пахотного периода в виде слабовыраженного горизонта $A_{\text{пах}}A_2$. Пахотный горизонт при облесении сохраняется до 100 лет и более, в виде ровного горизонта A_1A_2 [47].

Одним из мощных средств повышения почвенного плодородия является осушительная мелиорация. При осушении ни один из морфологических признаков полугидроморфных почв не остается без отчетливо выраженного изменения, примерно соответствующего новому типу водного режима. Основным процессом преобразования органического вещества торфяной почвы при длительном освоении и осушении является его минерализация. По данным Б.А. Никитина [34], Н.В. Мелентьевой [48] и Ф.Р. Зайдельмана [49, 50], наличие железистого горизонта в профиле осушенных песчаных почв низинных болот является их генетической особенностью. И.Н. Скрынникова [51] доказала, что осушение и освоение торфяно-болотных почв приводит к образованию новых типов, не имеющих аналогов среди целинных почв. С.М. Зайко с соавторами [52] отмечает, что осушенные торфяные почвы под влиянием сельскохозяйственного использования постепенно превращаются в дерново-глееватые, дерновые оглеенные снизу. Скорость изменения осушаемых почв и конечная стадия их эволюции зависят от уровня грунтовых вод (УГВ). При УГВ 50-80 см происходит медленное изменение почв, их превращение в довольно плодородные дерново-глееватые или дерново-перегнойно-глееватые почвы. При переосушении торфяные почвы трансформируются в дерново-подзолистые. Б.Ф. Апарин [53] обнаружил, что в результате осушения может происходить как гомогенизация ПП, так и его гетерогенизация. Так как норма осушения на территории всего болотного массива не одинакова, то это приводит к распаду некогда единого контура на несколько мелких частей. С.М. Зайко [52] утверждает, что в связи с эволюцией торфяных почв происходит изменение СПП в сторону ее усложнения, снижения средневзвешенного балла бонитета, усиления контрастности. С этим утверждением согласуются данные Р.Р. Руль [54], который зафиксировал усложнение СПП при осушении песчаных торфяных массивов Приамурья.

Х.А. Кутыев [55] проследил изменение СПП осушаемых угодий, находящихся на разных частях катены и отметил изменение соотношения компонентов СПП, увеличение показателя расчлененности и сложности, образование новых разновидностей почв. По данным Ф.Р. Зайдельмана [56], в процессе осушения тяжелосуглинистые дерново-глеевые карбонатные почвы превращаются в дерново-подзолистые глубокооглеенные, песчаные дерново-подзолистые глеевые – либо в дерново-подзолистые глубокооглеенные, либо, при наличии железистых грунтовых вод, в дерново-подзолистые ортзандовые глубокооглеенные. Трансформация СПП, образованной, в основном, полугидроморфными почвами, также часто происходит при изменении УПГВ [57]. Так, Б.Ф. Апарин [53] отметил явление сильного упрощения СПП после семи лет работы дренажа. Г.И. Григорьев [37] зафиксировал усложнение почвенного покрова, орошаемого в течение восьми лет. Следовательно, изменение УПГВ по-разному влияет на характеристики ПП в зависимости от его приуроченности к тому или иному участку катены. Подтверждением этому является работа П.Н. Балабко [58], в которой приводятся материалы изучения изменения СПП пойменных почв под влиянием осушительно-оросительной мелиорации. Наиболее существенные изменения произошли в притеррасной части поймы, где в пределах ранее однородного контура легкосуглинистых аллювиальных лугово-болотных почв образовался комплекс аллювиальных лугово-болотных и луговых почв. Коэффициент сложности притеррасной части поймы возрос от 0,02 до 0,45, а коэффициент контрастности – от 0 до 25,6. ПП центральной поймы стал менее контрастным. Наименьшей трансформации подверглось приустьевое, так как оно характеризуется относительно низким уровнем грунтовых вод. Изменение СПП при осушении может произойти и в результате перемещения и срезки значительных объемов почвы, создания вертикальных новообразований в виде траншейной обратной засыпки или дренажных фильтров [50].

Таким образом, основная адаптивная реакция ПП при антропогенном воздействии – эволюция, по-разному протекающая в зависимости от изменяющихся факторов и ландшафтных координат конкретной геосистемы. Анализируя все, приведенное выше, можно сделать следующие выводы: 1) процесс изменения СПП под воздействием окультуривания

имеет нелинейный характер: на первых этапах окультуривания СПП, как правило, усложняется, а на последующих стадиях происходит ее гомогенизация; 2) нелинейный характер имеет также процесс изменения СПП при понижении УПГВ – происходит ее усложнение при осушении болотных массивов и сильно переувлажненных минеральных почв и упрощение при осушении полугидроморфных почв; 3) в зависимости от того, на каком элементе рельефа находится изучаемое поле, а также от степени его окультуренности получается множество вариантов взаимодействия процессов осушения и окультуривания.

Между естественными биогеоценозами (БГЦ) и агроценозами существует кардинальное различие пространственно-временной динамики почвообразовательного процесса. Отличие сельскохозяйственных угодий от климаксных биогеоценозов заключается в нестационарности АГС во временном и пространственном аспектах. Следует согласиться с В.А. Николаевым [59], который сравнивает их развитие с сукцессионным рядом БГЦ.

Система растение-почва, являясь фокусом ландшафта, откликается на все изменения, происходящие в нем, вследствие чего характеризуется наибольшей динамичностью среди его компонентов. Возникает сомнение в правомерности выбора границ почвенных тел в качестве рубежей элементарных агроареалов, во-первых, вследствие их изменчивости, во-вторых, вследствие их условности, так как на почвенных картах нанесены не сами почвенные тела, а их классификационные модели, учитывающие крайне незначительное число весьма важных свойств почв. Разница в классификационных системах обуславливает различие и почвенных карт. Растение учитывает все свойства почв и, кроме того, все их сочетания. Никакая классификация не способна это отразить.

Почвенный покров в пределах зрелых БГЦ, развивающихся в гумидном климате, отличается относительно малой пространственной вариабельностью. Здесь в пределах достаточно широкого спектра фаций формируются почвы сходного генезиса вследствие того, что ландшафтообразующая роль мезо- и микро-рельефа существенно снижена за счет жизнедеятельности лесного полога, который способствует значительному понижению УПГВ и практическому отсутствию поверхностного стока и эрозионных процессов. Движущая сила сближения параметров ПП в естественных БГЦ – эволюция их в сторону климакса,

в условиях которого наблюдается выравнивание эдафических условий местообитаний [23].

Тезис о том, что почва является «зеркалом» ландшафта нельзя понимать буквально, так как ПП «отражает» не только современную ситуацию ПТК, но и совокупность его прошлых состояний, имеющих мало общего с его сегодняшним днем. Особенно это актуально для агроландшафтов, в пределах которых условия почвообразования существенно отличаются от естественных.

Адаптивные реакции почвенного покрова на однотипное антропогенное воздействие в генетически различных ПТК характеризуются целым рядом общих проявлений. Характерной особенностью процесса трансформации ПП, независимо от генетических свойств агроландшафта, является разнонаправленное развитие некогда близких почв, расположенных в фациях, незначительно различающихся по геохимическому статусу, что приводит к резкому усложнению СПП и трансформации границ почвенных комбинаций (ПК) на первых этапах эксплуатации агроландшафта.

При сведении леса и распашке почв основным регулятором ландшафтных процессов становится мезо- и микрорельеф. При этом в ПТК будет наблюдаться усиление пестроты и контрастности ПП за счет активизации процессов заболачивания и смыва. В фациях, расположенных в различных геохимических позициях, усиливается дифференциация степени аккумуляции веществ, а также процесса минерализации гумуса. Усложнение ПП можно лишь отчасти рассматривать как деградиционный процесс. Оно обусловлено законом сохранения информации, когда после сведения лесного покрова часть его информации «перетекает» в почвенные тела, тем самым способствуя сохранению определенного уровня устойчивости ПТК. При забрасывании поля и зарастании его лесом пестрота почвенного покрова уменьшается.

Вышеописанные изменения имеют четкую временную структуру, причем наиболее радикальное изменение параметров ПП происходит в первые 10 лет работы дренажа. Дальнейшая антропогенная эксплуатация почвенного покрова приводит к известной стабилизации его характеристик вследствие достижения агроландшафтом нового устойчивого уровня функционирования. При забрасывании угодий или прекращении техногенного вмешательства наблюдается обратная эволюция СПП и характеристик конкретных почвенных тел в направлении свойств ПП зональных БГЦ.

Характер антропогенной эволюции почвенных комбинаций и конкретных почв зависит как от их местоположения в пределах катены и исходных свойств, так и от вида, и степени антропогенного вмешательства. Выделение элементарных агроареалов на основе анализа состояния ПП требует знания законов его эволюции. Необходимо проводить исследования, определяющие степень влияния эволюционных изменений в почвах на продуктивность растений. Вызывает сомнение правомерность оценки агропроизводственных свойств элементарного агроареала, выделенного в рамках ЭПА или ЭПС, на основе сопоставления агроэкологических параметров культур с его характеристиками, так как на современном этапе агроэкологические параметры культуры изучаются в стационарных условиях, а характеристики почв меняются при их антропогенной трансформации, которая может проходить по множеству сценариев.

Под воздействием человека, кроме изменения параметров ПП наблюдается трансформация продуктивности в пределах отдельных морфологических частей агрогеосистем разного иерархического ранга [60]. При этом отмечается ее соответствие с ходом эволюции ПП (резким снижением площади глеевых почв, которое является следствием изменения гидрологического режима ПТК при осушении) – при его переходе в качественно иное состояние наблюдается перестройка временной и пространственной динамики продуктивности многих культур. Следовательно, движущими силами адаптивных реакций растений на изменение ландшафтных условий является изменение потребностей растений в определенных факторах, влияющих на их жизнедеятельность (свет, тепло, влага, питание и т.д.). Проявлениями адаптивных реакций растений являются их продуктивность, биометрические показатели, скорость прохождения фенофаз и т.д.

Зерновые (прежде всего овес и ячмень) реагируют на начальные этапы минерализации грубой органики и перехода части глеевых почв в глееватые. Картофель отзывается на завершающую стадию этого процесса. Перестройка динамики продуктивности заключается, как правило, в коренном изменении продукционного процесса в пределах аккумулятивных ЭГЛ. Однако и в других частях катены наблюдается смена факторов, влияющих на продуктивность культур. Можно выстроить ряд культур по увеличению степени их отзывчивости на микроландшафтные условия: овес,

озимая рожь, ячмень и картофель. Две последние можно считать определенными маркерами агроландшафтных условий.

Интенсификация антропогенного пресса способствует пространственной гомогенизации компонентов ПТК, таких как агрохимические свойства почв и продуктивность биоты. Однако пространственное выравнивание последней наблюдается только в рамках плодосменного севооборота, обладающего рядом свойств природного биогеоценоза. По конкретным культурам эта тенденция не прослеживается.

При уменьшении интенсивности антропогенного вмешательства (заохривании дрен, снижении доз удобрений и пестицидов и т.д.) мы вправе ожидать начала процессов гетерогенизации как почвенного покрова, так и параметров продуктивности различных частей агроландшафта.

Антропогенно-обусловленная динамика растительности влияет на параметры почвенного покрова. Наблюдения на выводных полях стационара ВНИИМЗ показали, что влияние ландшафтных условий (агромикрорландшафтов, экспозиции и их сочетаний с другими факторами) определяет около половины пространственно-временной вариабельности содержания элементов питания растений в почвах. Время эксплуатации травостоев и его сочетания с другими факторами определяет около 30% вариабельности агрофона, а особенно растений в среднем меньше 10%, однако, по мере развития агроценозов, их влияние на агрофон многократно возрастает. Растения являются основным фактором замедления темпов геологического круговорота веществ. Следовательно, подбирая культуры и адаптивно размещая их посадки на конкретной территории, можно управлять процессами производства продукции и изменения агрохимических свойств почв. Так, например, для увеличения производства кормов и сокращения потерь элементов питания растений можно рекомендовать размещать на южных склонах моренных холмов (в местах с глубоким залеганием морены) плантации козлятника восточного, а на северных (на маломощных двучленах) – пятикомпонентной травосмеси.

Заключение. Основным тезисом работы является утверждение о вторичной роли деятельности человека в процессе ландшафтогенеза антропогенных ландшафтов, в том числе и агрогеосистем. Антропогенное воздействие лишь видоизменяет характер протекания естественных ландшафтных процессов. Теоретическое

описание особенностей функционирования природного, антропогенно-преобразованного и, наиболее измененного – мелиорированного ландшафта дает возможность создания технологий ландшафтного инжиниринга – системы управления параметрами природной среды при ее сельскохозяйственном использовании.

Список литературы

1. Трапезникова О.Н. Исторический анализ динамики земледелия лесной зоны Восточно-Европейской равнины // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2017. №2. С. 87-99.
2. Колбовский Е.Ю. К проблеме ландшафтного краеустройства регионов // Экология и жизнь. Вып. 3. Н. Новгород, 1998. С. 15-24.
3. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск, 1999. 153 с.
4. Назаренко Л.В., Гурова Т.Ф. Основы экологии и рационального природопользования. М.: Оникс, 2005. 222 с.
5. Желамский А.Г. Русский геокультурный вектор // Устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий: Зарубежный опыт и проблемы России. Вып. 2. М.: Т-во научных изданий КМК, 2005. С. 566.
6. Пузанченко М.Ю., Сиунова Е.В., Козлов Д.Н. Формирование ландшафтной структуры юга Валдайской возвышенности // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: мат. XI Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 237.
7. Воликов А.А. Природно-географические условия пространственной организации сельских поселений на Валдае [Электронный ресурс] Новгород: НовГУ, 2000. Режим доступа: <http://www.admin.novsu.ac.ru/uni/scpapers.nsf/9fcb4138c729ce14c32567680026b282/475dbadd2dff1f67c3256a3c00328f55!OpenDocument> (дата обращения 25.03.2018).
8. Голованов А.И., Кожанов Е.С., Сухарев Ю.И. Ландшафтоведение. М.: КолосС, 2007. С. 24.
9. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.
10. Иванов Д.А. Агрогеография (теоретические и прикладные аспекты): Монография, LAP LAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, GmbH & Co.KG, Heinish-BocKing. Str. Saarbrücken, Deutschland, 2012. 311 с.
11. Иванов Д.А., Ковалев Н.Г. Ландшафтно-мелиоративные системы земледелия (прикладная агрогеография): Монография. Тверь: издатель А.Н. Кондратьев, 2017. 310 с.
12. Иванов Д.А. Ландшафтно-адаптивные системы земледелия (агроэкологические аспекты): Монография. Тверь, 2001. 304 с.
13. Носонов А.М. Агрогеосистемы как объект географических исследований // Известия Смоленского гос. университета. 2012. №3(19). С. 319-329.
14. Иванов Д.А., Карасева О.В., Рублюк М.В., Салтунова О.В., Базандина Т.Н. Теоретическая мо-

дель антропогенно-обусловленной динамики ландшафтогенеза мелиорированных геосистем гумидной зоны. Методическое пособие. ФАНО, ФГБНУ ВНИИМЗ. Тверь, 2017. 86 с.

15. Иванов Д.А., Рубцова Н.Е. Адаптивные реакции сельскохозяйственных растений на ландшафтные условия Нечерноземья: монография. Киров, 2007. 356 с.

16. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2016 год. М.: РОСГИДРОМЕТ, 2017. 70 с.

17. Ковда В.А. Биогеохимические циклы в природе и их нарушение человеком // Биогеохимические циклы в биосфере. М.: Наука, 1976. С. 19-35.

18. Ковда В.А., Самойлова Е.М. О возможности нового понимания истории почв Русской равнины // Почвоведение. 1966. №9. С. 1-12.

19. Неуструев С.С. Генезис и география почв. М.: Наука, 1977. 328 с.

20. Дэвис В.М. Геоморфологические очерки: Пер. с англ., под ред. С.Ю. Геллера, Ю.А. Мещерякова, О. К. Парчевского, М., 1962. 455 с.

21. Иванов Д.А., Абрамов В.А. Динамика уровня почвенно-грунтовых вод в пределах агроландшафта // Мелиорация и водное хозяйство. 2014. №4. С. 7-9.

22. Розенберг Г.С., Рянский Ф.Н. Теоретическая и прикладная экология: учебное пособие. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. пед. ин-та, 2004. 294 с.

23. Разумовский С.М. Основные закономерности сукцессионной динамики фитоценозов // Моделирование биогеоценологических процессов. АН СССР. М.: Наука, 1981. С. 47-62.

24. Доклад «О проблемах и последствиях глобального изменения климата на Земле. Эффективные пути решения данных проблем» международной группы учёных Международного общественного движения «АЛЛАТРА», 26 ноября 2014г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://allatra-science.org/publication/climate>. (дата обращения 07.04.2018).

25. Любимов Б.П. Некоторые итоги геоморфологических исследований овражной эрозии в различных зональных условиях // Геоморфология на рубеже XXI века. М., 2000. С. 425-427.

26. Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.-Л.: Сельхозгиз, 1954. 708 с.

27. Вильямс В.Р. Почвоведение. Т. 2. М.: Сельхозгиз, 1949. 539 с.

28. Пестряков В.К. Окультуривание почв северо-запада. М.: Колос, 1977. 462 с.

29. Волков С.Г. Изменение свойств дерново-подзолистых почв при окультуривании // Почвоведение. 1985. № 3. С. 55-61.

30. Строгонова М.И. Структура почвенного покрова южной тайги (на примере Центрально-Лесного Государственного заповедника) // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. М.: Наука, 1976. С. 100-108.

31. Муха В.Д. Общие закономерности и зональные особенности культурного почвообразовательного процесса: труды Харьковского с.-х. ин-та. Вып. 223. Харьков, 1975. С. 3-10.

32. Караваева Н.А. Морфология и геохимия процессов заболачивания на песчаных породах в средней тайге Западной Сибири // Геохимические и почвенные аспекты в изучении ландшафтов. М.: МГУ, 1975. С. 117-137.

33. Караваева Н.А., Жариков С.Н. Антропогенная эволюция супесчано-песчаных буроземов (мюллер-А1-Fe-гумусовых почв) // Естественная и антропогенная эволюция почв: научн. тр. Ин-та почвоведения и фотосинтеза. Пушкино, 1988. С. 134-146.

34. Никитин Б.А. Эволюция дерново-подзолистых, серых лесных и черноземных почв при земледельческом освоении // Естественная и антропогенная эволюция почв: тез. науч. тр. Ин-та почвоведения и фотосинтеза. Пушкино, 1988. С. 116-123.

35. Пятецкий Г.В., Морозов Р.М. Изменение физических и химических свойств лесных почв южной Карелии в связи с вырубкой лесов // Лесные почвы Карелии и изменение их под влиянием сельскохозяйственных мероприятий. Петрозаводск, 1962. С. 48-52.

36. Фридланд В.М. Эволюция почвенного покрова // Проблемы географии, генезиса и классификации почв. М.: Наука, 1985. С. 113-118.

37. Григорьев Г.М., Коновалов А.С., Шубина М.Г. Изменение структуры почвенного покрова и свойств дерново-подзолистых почв при орошении // Почвоведение, 1983. № 2. С. 5-20.

38. Сапожников А.П. Об учете сопряженности СПП и земель в лесном хозяйстве // Бюллетень Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1988. Вып. 46. С. 62.

39. Дубровина И.В. Историко-эволюционные аспекты в моделировании плодородия почвенного покрова на примере Владимирского ополья: тез. докл. 8-го Всесоюзного съезда почвоведов. Новосибирск, 1989. Кн. 3. С. 87.

40. Круминьш К. Классификация и систематика окультуренных почв Советской Прибалтики: доклады к VIII межд. конгр. почв. Елгава, 1964. С. 75-76.

41. Сталбов Р.Я. Коренное преобразование структуры почвенного покрова для более рационального использования земли // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. М.: Наука, 1966. С.189-196.

42. Агрохимическое картографирование почв. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 155 с.

43. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 423 с.

44. Басевич В.Ф., Бганцов В.Н., Макаров И.Б. Эволюция СПП на начальных стадиях сельскохозяйственного освоения подзолистых почв // Бюллетень Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1988. Вып. 47. С. 12-13.

45. Белобров В.П. Варьирование некоторых химических и морфологических свойств дерново-подзолистых почв в пределах элементарных почвенных ареалов и классификационных групп

// Почвенные комбинации и их генезис. М.: Наука, 1972. С. 115-123.

46. Карпачевский Л.О., Бобкова Г.В. О связи некоторых свойств почв с различными компонентами биогеоценоза // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М.: Наука, 1976. С. 224-349.

47. Карпачевский Л.О., Строгонова М.Н., Баранова С.Ю., Тошева Г.Н., Щеголькова Н.М. Эволюция почвенного покрова при лесовосстановлении // Успехи почвоведения. Советские почвоведы к XII Междунар. конгр. почв. М.: Наука, 1986. С.135-142.

48. Мелентьева Н.В. Почвы осушенных лесных болот. Новосибирск: Наука, 1980. 210 с.

49. Зайдельман Ф.Р. Подзоло- и глееобразование. М.: Наука, 1974. 208 с.

50. Зайдельман Ф.Р. Процесс глееобразования и его роль в формировании почв. М.: МГУ, 1998. 300 с.

51. Скрынникова И.Н. Классификация целинных болотных и мелиорированных торфяных почв СССР // Почвоведение. 1964. № 5. С.14-27.

52. Зайко С.М., Вашкевич Л.Ф., Свириновский Л.Я. Изменение структуры почвенного покрова мелиорированных территорий Белорусского полесья // Почвенные исследования и применение удобрений. Минск, 1986. № 17. С. 3-10.

53. Апарин Б.Ф., Быстряков Г.М., Терешенков С.М., Сурков Ю.П., Петров В.Б. Картографические структуры почвенного покрова – основа рационального использования почвенных ресурсов // Актуальные вопросы изучения почв и почвенного покрова Нечерноземной зоны: научн. тр. Почвенного ин-та им В.В. Докучаева. М., 1984. С. 114-122.

54. Руль Р.Р., Климин М.А. Изменение структуры почвенного покрова торфяных массивов Приамурья при осушении // Почвоведение. 1986. № 1. С. 23-28.

55. Кутыев Х.А. Изменение структуры почвенного покрова в результате мелиоративных мероприятий // Агропочвоведение и плодородие почв: тез. докл. Всеросс. научн. конф. «Почвообразование в условиях интенсивного мелиоративного воздействия». Л., 1986. С. 14.

56. Зайдельман Ф.Р. Эколого-мелиоративное почвоведение гумидных ландшафтов. М.: Агропромиздат, 1991. 320 с.

57. Ильина Л.П., Любимова Е.Л. Структура почвенного и растительного покрова на пылеватых суглинках (на примере Московской области) // Геохимические и почвенные аспекты в изучении ландшафтов. М.: МГУ, 1975. С. 102-117.

58. Балабко П.Н., Стыцина Е.А. Влияние осушительно-оросительной мелиорации на СПП аллювиальных почв Москворецкой поймы // Бюллетень Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1988. Вып. 47. С. 15-16.

59. Николаев В.А. Ландшафтоведение и земледелие // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов: Тезисы конференции 16-19 октября 1997 г. М.-СПб., 1997. С. 24-28.

60. Иванов Д.А., Анциферова О.Н. Анализ иерархической структуры факторов формирования ландшафтно-мелиоративных систем земледелия // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. №1. С. 39-43.

Сведения об авторах:

Иванов Дмитрий Анатольевич, доктор с.-х. наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель», п. Эммаусс, д. 27, Калининский район, Тверская область, Российская Федерация, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2018. Vol. 65, no. 4, pp. 4-18.

doi: 10.30766/2072-9081.2018.65.4.04-18

Types of dynamics of the state of meliorated agrolandscapes

D.A. Ivanov

Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Settlement Emmaus, Tver Region, Russian Federation

The paper describes the main types of spatial and temporal variability of natural geosystems and agrolandscapes components under the influence of natural causes and anthropogenic factors. Features of long-term dynamics of climate condition, the lithologic base, a relief, natural waters, soils and vegetation within natural geosystems and agrolandscapes are revealed. The regulations on the adaptive reactions of geocomplexes components to external and internal factors of variability of natural environment has been determined. It is shown that these reactions are the driving force of landscape genesis of natural territorial complexes and agrogeosystems. The main thesis of the work is the statement about the secondary role of human activity in the process of landscape genesis of anthropogenic landscapes, including agrogeosystems. Anthropogenic impact only modifies the pattern of natural landscape processes. It is shown that the characteristics of the derivative components of the landscape – natural waters, soils and vegetation – are the most dynamic. The anthropogenic dynamics of the state of these natural bodies is rather complex and multifaceted. The most fully described are adaptive reactions of soil cover and vegetation of natural landscapes and anthropogenic geosystems. The dependence of the state of the landscape soil cover upon the trends of the evolutionary dynamics of climate and terrain are revealed. The paper focuses on the influence of meliorative actions on a condition of soil fertility and soil cover structure. The types of plant successions and their

relationship with the dynamics of soil cover are described in detail. The theoretical description of features of functioning of the natural, anthropogenically transformed and reclaimed landscape which is mostly changed, gives the chance of creation the technologies of landscape engineering that is the system of management the natural environment parameters of soil used for agriculture.

Key words: *agrogeosystem, landscape components, dynamics, evolution, adaptive reactions of landscape components*

References

1. Trapeznikova O.N. *Istoricheskiy analiz dinamiki zemledeliya lesnoy zony Vostochno-Evropeyskoy ravniny*. [Historical analysis of the dynamics of agriculture in the forest zone of the East European plain]. *Izvestiya Rossiyskoy akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. 2017. no. 2. pp. 87-99
2. Kolbovskiy E.Yu. *K probleme landshaftnogo kraeustroystva regionov*. [On the problem of landscape area arrangement of the regions]. *Ekologiya i zhizn'*. Iss.3. N. Novgorod, 1998. pp. 15-24.
3. Kochurov B.I. *Geoekologiya: ekodiagnostika i ekologo-khozyaystvennyy balans territorii*. [Geoecology: ecodiagnosics and ecologo-economic balance of the area]. Smolensk, 1999. 153 p.
4. Nazarenko L.V., Gurova T.F. *Osnovy ekologii i ratsional'nogo prirodopol'zovaniya*. [Fundamentals of ecology and environmental management]. Moscow: Oniks, 2005. 222 p.
5. Zhelamskiy A.G. *Russkiy geokul'turnyy vektor*. [Russian geocultural vector]. *Ustoychivoe razvitiye sel'skogo khozyaystva i sel'skikh territoriy: Zabezheniy opyt i problemy Rossii*. [Sustainable development of agriculture and rural areas: Foreign experience and problems of Russia]. Iss. 2. Moscow: T-vo nauchnykh izdaniy KMK, 2005. 566 p.
6. Puzanchenko M.Yu., Siunova E.V., Kozlov D.N. *Formirovaniye landshaftnoy struktury yuga Valdayskoy vozyshennosti*. [The formation of the landscape structure of the south of Valdai Hills]. *Landshaftovedenie: teoriya, metody, regional'nye issledovaniya, praktika: mat. XI Mezhdunar. konf.* [Landscape science: theory, methods, regional studies, practice: Mat. of the XI International Conf.]. Moscow: Geograficheskii fakul'tet MGU, 2006. 237 p.
7. Volikov A.A. *Prirodno-geograficheskie usloviya prostranstvennoy organizatsii sel'skikh poseleniy na Valdae*. [Natural and geographical conditions of spatial organization of rural settlements on Valdai] Novgorod: NovGU, 2000. Available at: <http://www.admin.novsu.ac.ru/uni/scpapers.nsf/9fcb4138c729ce14c32567680026b282/475dbadd2dff1f67c3256a3c00328f55!OpenDocument> (accessed: 25.03.2018).
8. Golovanov A.I., Kozhanov E.S., Sukharev Yu.I. *Landshaftovedenie*. [Landscape Studies]. Moscow: Koloss, 2007. 24 p.
9. Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemakh*. [Introduction to the doctrine of geosystems]. Novosibirsk: Nauka, 1978. 320 p.
10. Ivanov D.A. *Agrogeografiya (teoreticheskie i prikladnye aspekty): Monografiya*. [Agrogeography (theoretical and applied aspects): Monograph]. LAP LAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, GmbH & Co.KG, Heinsberg. Str. Saarbrücken, Deutschland, 2012. 311 p.
11. Ivanov D.A., Kovalev N.G. *Landshaftno-meliorativnye sistemy zemledeliya (prikladnaya agrogeografiya): Monografiya*. [Landscape-irrigation systems of agriculture (applied agrogeography)]. Tver': izdatel' A.N. Kondrat'ev, 2017. 310 p.
12. Ivanov D.A. *Landshaftno-adaptivnye sistemy zemledeliya (agroekologicheskie aspekty): Monografiya*. [Landscape-adaptive systems of agriculture (agroeological aspects): Monograph]. Tver', 2001. 304 p.
13. Nosonov A.M. *Agrogeosistemy kak ob'ekt geograficheskikh issledovaniy*. [Agrogeosystems as an object of geographical research]. *Izvestiya Smolenskogo gos. Un-t*. 2012. no. 3(19). pp. 319-329.
14. Ivanov D.A., Karaseva O.V., Rublyuk M.V., Saltunova O.V., Bazandina T.N. *Teoreticheskaya model' antropogennno-obuslovlennoy dinamiki landshaftogeneza meliorirovannykh geosistem gumidnoy zony. Metodicheskoe posobie*. [A theoretical model of anthropogenic-caused dynamics of landscape genesis of humid zone reclaimed geosystems. Methodical manual]. FANO, FGBNU VNIIMZ. Tver', 2017. 86 p.
15. Ivanov D.A., Rubtsova N.E. *Adaptivnye reaktsii sel'skokhozyaystvennykh rasteniy na landshaftnye usloviya Nechernozem'ya: monografiya*. [Adaptive reactions of agricultural plants to landscape conditions of Non-Chernozem region: monograph]. Kirov, 2007. 356 p.
16. *Doklad ob osobennostyakh klimata na territorii Rossiyskoy Federatsii za 2016 god*. [Report on the peculiarities of climate in the Russian Federation for 2016]. Moscow: ROSGIDROMET, 2017. 70 p.
17. Kovda V.A. *Biogekhimicheskie tsikly v prirode i ikh narusheniye chelovekom*. [Biogeochemical cycles in nature and violation them by man]. *Biogekhimicheskie tsikly v biosfere*. Moscow: Nauka, 1976. pp. 19-35.
18. Kovda V.A., Samoylova E.M. *O vozmozhnosti novogo ponimaniya istorii pochv Russkoy ravniny*. [On the possibility of a new understanding of the history of the Russian plain soils]. *Pochvovedenie*. 1966. no. 9. pp. 1-12.
19. Neustruev S.S. *Genезis i geografiya pochv*. [Genesis and geography of soils]. Moscow: Nauka, 1977. 328 p.
20. Devis V.M. *Geomorfologicheskie ocherki*. [Geomorphological essays]. *Per. s angl., pod red. S.Yu. Gellera, Yu.A. Meshcheryakova, O.K. Parchevskogo*, Moscow, 1962. 455 p.
21. Ivanov D.A., Abramov V.A. *Dinamika urovnya pochvenno-gruntovykh vod v predelakh agrolandshafta*. [Dynamics of soil-ground water level within the agricultural landscape]. *Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo*. 2014. no. 4. pp. 7-9.

22. Rozenberg G.S., Ryanskiy F.N. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya: uchebnoe posobie*. [Theoretical and applied ecology: textbook]. Nizhnevartovsk: Izd-vo Nizhnevart. ped. in-ta, 2004. 294 p.
23. Razumovskiy S.M. *Osnovnye zakonomernosti suksessionnoy dinamiki fitotsenozov*. [Basic laws of successional dynamics of phytocenoses]. *Modelirovaniye biogeotsenoticheskikh protsessov. AN SSSR*. [Modeling of biogeocenotic processes. USSR ACADEMY OF SCIENCES]. Moscow: Nauka, 1981. pp. 47-62.
24. *Doklad «O problemakh i posledstviyakh global'nogo izmeneniya klimata na Zemle. Effektivnye puti resheniya dannykh problem» internatsional'noy gruppy uchenykh Mezhdunarodnogo obshchestvennogo dvizheniya «ALLATRA», 26 noyabrya 2014g.* [Report "On the problems and consequences of global climate change on the Earth. Effective ways of solving these problems" by international group of scientists of the International public movement "ALLATRA", November 26, 2014]. Available at: <http://allatra-science.org/publication/climate>. (accessed: 07.04.2018).
25. Lyubimov B.P. *Nekotorye itogi geomorfologicheskikh issledovaniy ovrazhnoy erozii v razlichnykh zonal'nykh usloviyakh*. [Some results of geomorphological studies of gully erosion in different zonal conditions]. *Geomorfologiya na rubezhe XXI veka*. [Geomorphology at the turn of the XXI century]. Moscow, 2000. pp. 425-427.
26. Dokuchaev V.V. *Izbrannye sochineniya*. [Selected works]. Moscow-Leningrad: Sel'khozgiz, 1954. 708 p.
27. Vil'yams V.R. *Pochvovedenie*. [Soil Science]. Vol. 2. Moscow: Sel'khozgiz, 1949. 539 p.
28. Pestryakov V.K. *Okul'turivaniye pochv Severo-Zapada*. [Cultivation of soils of the North-West]. Moscow: Kolos, 1977. 462 p.
29. Volkov S.G. *Izmeneniye svoystv dernovo-podzolistykh pochv pri okul'turivanii*. [Change of properties of sod-podzolic soils during cultivation]. *Pochvovedenie*. 1985. no. 3. pp. 55-61.
30. Stroganova M.I. *Struktura pochvennogo pokrova yuzhnoy taygi (na primere Tsentral'no-Lesnogo Gosudarstvennogo zapovednika)*. [The structure of the soil cover of the southern taiga (a case of the Central Forest state reserve)]. *Struktura pochvennogo pokrova i ispol'zovanie pochvennykh resursov*. [The structure of the soil cover and use of soil resources]. Moscow: Nauka, 1976. pp. 100-108.
31. Mukha V.D. *Obshchie zakonomernosti i zonal'nye osobennosti kul'turnogo pochvoobrazovatel'nogo protsessa*. [General regularities and peculiarities of zonal cultural soil-forming process]. *Tr. Khar'kovskogo s-kh in-ta*. Iss. 223. Khar'kov, 1975. pp. 3-10.
32. Karavaeva N.A. *Morfologiya i geokhimiya protsessov zabolachiva-niya na peschanykh porodakh v sredney tayge Zapadnoy Sibiri*. [Morphology and Geochemistry of waterlogging processes on sandy rocks in the middle taiga of Western Siberia]. *Geokhimicheskie i pochvennye aspekty v izuchenii landshaftov*. [Geochemical and soil aspects in the study of landscapes]. Moscow: MGU, 1975. pp. 117-137.
33. Karavaeva N.A., Zharikov S.N. *Antropogennaya evolyutsiya supeschano-peschanykh burozemov (myull'-Al-Fe-gumusovykh pochv)*. [Anthropogenic evolution of sandy-loam and sandy brown soils (mull-Al-Fe-humus soils)]. *Estestvennaya i antropogennaya evolyutsiya pochv: nauchn. tr. In-ta pochvovedeniya i fotosinteza*. [Natural and anthropogenic evolution of soils: Proceedings of the Institute of Soil science and Photosynthesis]. Pushchino, 1988. pp. 134-146.
34. Nikitin B.A. *Evolutsiya dernovo-podzolistykh, serykh lesnykh i chernozemnykh pochv pri zemledel'cheskom osvoenii*. [Evolution of sod-podzolic, gray forest and chernozem soils in agricultural development]. *Estestvennaya i antropogennaya evolyutsiya pochv: tez. nauchn. tr. in-ta pochvovedeniya i fotosinteza*. [Natural and anthropogenous evolution of soils: Proceedings of the Institute of Soil science and Photosynthesis]. Pushchino, 1988. pp. 116-123.
35. Pyatetskiy G.V., Morozov R.M. *Izmeneniye fizicheskikh i khimicheskikh svoystv lesnykh pochv yuzhnoy Karelii v svyazi vyrubkoy lesov*. [Changes in physical and chemical properties of forest soils of southern Karelia in connection with the cutting of forests]. *Lesnye pochvy Karelii i izmeneniye ikh pod vliyaniem sel'skokhozyaystvennykh meropriyatiy*. [Forest soils of Karelia and changing them under the influence of agricultural activities]. Petrozavodsk, 1962. pp. 48-52.
36. Fridland V.M. *Evolutsiya pochvennogo pokrova*. [Evolution of soil cover]. *Problemy geografii, genezisa i klassifikatsii pochv*. [Problems of geography, genesis and soil classification]. Moscow: Nauka, 1985. pp. 113-118.
37. Grigor'ev G.M., Konovalov A.S., Shubina M.G. *Izmeneniye struktury pochvennogo pokrova i svoystv dernovo-podzolistykh pochv pri oroshenii*. [Changes in the structure of soil cover and properties of sod-podzolic soils during irrigation]. *Pochvovedenie*. 1983. no. 2. pp. 5-20.
38. Sapozhnikov A.P. *Ob uchete sopryazhennosti SPP i zemel' v lesnom khozyaystve*. [On account of the conjugation of SPP and lands in forestry]. *Byulleten' Pochvennogo In-ta im. V.V. Dokuchaeva*. Moscow, 1988. Iss. 46. p. 62.
39. Dubrovina I.V. *Istoriko-evolyutsionnye aspekty v modelirovanii plodorodiya pochvennogo pokrova na primere Vladimirskego opol'ya: tez. dokl. 8-go Vsesoyuznogo s"ezda pochvovedov*. [Historical and evolutionary aspects in modeling of soil fertility a case of Vladimir Opolye: Theses of the 8th All-Union Congress of soil scientists]. Novosibirsk, 1989. Book. 3. 87 p.
40. Krumin'sh K. *Klassifikatsiya i sistematika okul'turnykh pochv Sovetskoy Pribaltiki: doklady k VIII mezhd. Kongr. Pochv*. [Classification and systematics of cultivated soils of the Soviet Baltic States: reports to the VIIIth Inter. Soil Science Congress]. Elgava, 1964. pp. 75-76.
41. Stalbov R.Ya. *Korennoye preobrazovanie struktury pochvennogo pokrova dlya bolee ratsional'nogo ispol'zovaniya zemli*. [Radical transformation of soil cover structure for a more efficient use of land]. *Struktura pochvennogo pokrova i ispol'zovanie*

pochvennykh resursov. [Structure of soil cover and use of soil resources]. Moscow: Nauka, 1966. pp. 189-196.

42. *Agrokhimicheskoe kartografirovanie pochv*. [Agrochemical mapping of soils]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1962. 155 p.

43. Fridland V.M. *Struktura pochvennogo pokrova*. [The structure of the soil cover]. Moscow: Mysl', 1972. 423 p.

44. Basevich V.F., Bgantsov V.N., Makarov I.B. *Evolutsiya SPP na nachal'nykh stadiyakh sel'skokhozyaystvennogo osvoeniya podzolistykh pochv*. [Evolution of the SPP at the initial stages of agricultural development of podzolic soils]. *Byulleten' Pochvennogo In-ta im. V.V. Dokuchaeva*. Moscow, 1988. Iss. 47. pp. 12-13.

45. Belobrov V.P. *Var'irovanie nekotorykh khimicheskikh i morfologicheskikh svoystv dernovo-podzolistykh pochv v predelakh elementarnykh pochvennykh arealov i klassifikatsionnykh grupp*. [Variation of some chemical and morphological properties of sod-podzolic soils within elementary soil areas and classification groups]. *Pochvennye kombinatsii i ikh genesis*. [Soil combinations and their genesis]. Moscow: Nauka, 1972. pp. 115-123.

46. Karpachevskiy L.O., Bobkova G.V. *O svyazi nekotorykh svoystv pochv s razlichnymi komponentami biogeotsenoza*. [On the connection of some soil properties with various components of biogeocenosis]. *Problemy i metody biologicheskoy diagnostiki i indikatsii pochv*. [Problems and methods of biological diagnosis and indication of soils]. Moscow: Nauka, 1976. pp. 224-349.

47. Karpachevskiy L.O., Stroganova M.N., Baranova S.Yu., Toshcheva G.N., Shchegol'kova N.M. *Evolutsiya pochvennogo pokrova pri lesovosstanovlenii*. [Evolution of the soil cover during forest regeneration]. *Uspekhi pochvovedeniya. Sovetskie pochvovedy k XII Mezhdunar. kongr. pochv*. [Advances in soil science. Soviet soil scientists for the XIIth International Soil Science Congress]. Moscow: Nauka, 1986. pp. 135-142.

48. Melent'eva N.V. *Pochvy osushennykh lesnykh bolot*. [The soils of the drained forest bogs]. Novosibirsk: Nauka, 1980. 210 p.

49. Zaydel'man F.R. *Podzolo- i gleeobrazovanie*. [Podzole and glee formation]. Moscow: Nauka, 1974. 208 p.

50. Zaydel'man F.R. *Protsess gleeobrazovaniya i ego rol' v formirovaniy pochv*. [The process of glee formation and its role in soil formation]. Moscow: MGU, 1998. 300 p.

51. Skrynnikova I.N. *Klassifikatsiya tselinnykh bolotnykh i meliorirovannykh torfyannykh pochv SSSR*. [Classification of virgin marsh and reclaimed peat soils of the USSR]. *Pochvovedenie*. 1964. no. 5. pp. 14-27.

52. Zayko S.M., Vashkevich L.F., Svirnovskiy L.Ya. *Izmenenie struktury pochvennogo pokrova meliorirovannykh territoriy Belorusskogo poles'ya*. [Changes in the structure of soil cover of the reclaimed area of Belarusian Polesye]. *Pochvennye issledovaniya i primeneniye udobreniy*. Minsk, 1986. no. 17. pp. 3-10.

53. Aparin B.F., Bystryakov G.M., Tereshenkov S.M., Surkov Yu.P., Petrov V.B. *Kartograficheskie struktury pochvennogo pokrova – osnova ratsional'nogo ispol'zovaniya pochvennykh resursov*. [A map of soil cover structure is a basis of rational use of soil resources]. *Aktual'nye voprosy izucheniya pochv i pochvennogo pokrova Nechernozemnoy zony: nauchn. tr. Pochvennogo in-ta im V.V. Dokuchaeva*. [Actual questions of study of soils and soil cover of the Chernozem zone: Proceedings of the Soil Institute named after V.V. Dokuchaev]. Moscow, 1984. pp. 114-122.

54. Rul' R.R., Klimin M.A. *Izmenenie struktury pochvennogo pokrova torfyannykh massivov Priamur'ya pri osushenii*. [Changes in the structure of the soil cover of peat massifs of the Amur region during drainage]. *Pochvovedenie*. 1986. no. 1. pp. 23-28.

55. Kut'yev Kh.A. *Izmenenie struktury pochvennogo pokrova v rezul'tate meliorativnykh meropriyatiy*. [Changes in the structure of soil cover as a result of land reclamation activities]. *Agropochvovedenie i plodorodie pochv: tez. dokl. Vseross. nauchn. konf. «Pochvoobrazovanie v usloviyakh intensivnogo meliorativnogo vozdeystviya»*. [Agricultural soil science and soil fertility: Proceedings of All-Russian scientific Conference "Soil formation in the conditions of intensive meliorative influence"]. Leningrad, 1986. p.14.

56. Zaydel'man F.R. *Ekologo-meliorativnoe pochvovedenie gumidnykh landshaftov*. [Ecological and meliorative soil science of humid landscapes]. Moscow: Agropromizdat, 1991. 320 p.

57. Il'ina L.P., Lyubimova E.L. *Struktura pochvennogo i rastitel'nogo pokrova na pylevatykh suglinkakh (na primere Moskovskoy oblasti)*. [Structure of soil and vegetation cover on silt loam (a case of the Moscow region)]. *Geokhimicheskie i pochvennye aspekty v izuchenii landshaftov*. Moscow: MGU, 1975. pp. 102-117.

58. Balabko P.N., Stytsina E.A. *Vliyanie osushitel'no-orositel'noy melioratsii na SPP allyuvial'nykh pochv Moskvoretskoy poymy*. [Influence of drainage and irrigation reclamation on the alluvial soils SPP in the Moscow river floodplain]. *Byulleten' Pochvennogo in-ta im. V.V. Dokuchaeva*. Moscow, 1988. Iss. 47. pp. 15-16.

59. Nikolaev V.A. *Landshaftovedenie i zemledelie*. [Landscape science and agriculture]. *Struktura, funktsionirovanie, evolyutsiya prirodnykh i antropogennykh landshaftov. Tezisy landshaftnoy konferentsii 16-19 oktyabrya 1997 g.* [Structure, functioning, evolution of natural and anthropogenic landscapes. Proceedings of the Landscape Conference, 16-19 October 1997]. Moscow - Saint-Petersburg, 1997. pp. 24-28.

60. Ivanov D.A., Antsiferova O.N. *Analiz ierarhicheskoy struktury faktorov formirovaniya landshaftno-meliorativnykh sistem zemledeliya*. [Analysis of the hierarchical structure of factors of formation of landscape reclamation systems of agriculture]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka*. 2018. no.1. pp. 39-43.

Information about the authors:

D.A. Ivanov, DSc in agriculture, corresponding member of the RAS, chief researcher

Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Settlement Emmaus, 7, Kalininsky District, Tver Region, Russian Federation, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru