

В. С. Аношко, С. М. Зайко, Л. Ф. Вашкевич, С. С. Бачила
МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ИЗМЕНЕНИЙ ОСУШЕННЫХ ПОЧВ И ЛАНДШАФТОВ

В работе показана важность прогнозирования изменения ландшафтов как завершающего этапа исследования осушенных изменяющихся ландшафтов. На основе мониторинговых исследований разработаны методы прогнозирования осушенных ландшафтов: расчетно-картографический, расчетный, метод аналогов-ландшафтов с длинными рядами наблюдений и др. Для прогнозирования изменения важнейшего компонента ландшафта — территориальной структуры почвенного покрова подсчитаны усредненные коэффициенты изменения площадей почвенных разновидностей и структуры почвенного покрова. Расчетный метод апробирован с высокой точностью на стационаре с продолжительным рядом мониторинговых исследований. Проведено прогнозирование изменения осушенных ландшафтов на близкую и далекую перспективу. Установлено, что в результате осушения происходит сокращение заторфованности, сработка гумуса и торфа, снижение продуктивности ландшафтов. Требуется срочные меры для торможения и предотвращения негативных изменений в осушенных ландшафтах.

Одной из основных задач географической науки является изучение и прогнозирование изменений природной среды под влиянием хозяйственной деятельности человека. Поэтому предпосылки для наибольшей компетентности в решении вопросов прогнозирования будущего природной среды имеются именно у географической науки. Кроме того, географии вообще присущи прогностические функции, т. е. необходимость и возможность изучить процессы и явления, протекавшие в прошлом, происходящие в настоящем, ожидаемые в будущем. Разработка основ географического прогнозирования идет параллельно с решением важнейших проблем всей географической науки, дополняя и углубляя ее теорию и методологию. При этом от прогноза требуется не только предвидение изменений, но и определение пути развития геосреды, характера ее взаимодействия с обществом, выявление критических ситуаций между хозяйственной деятельностью человека и природой. В понятие “географический прогноз” вкладывается определение вероятностного состояния и развития геосистем с раскрытием изменений в пространственных отношениях как внутри геосистем, так и между ними. При этом отношения между элементами чаще рассматриваются в рамках частных геосистем, а отношения между частными геосистемами — в рамках интегральных геосистем [15].

Рассматривая географическое прогнозирование как новую форму научной деятельности географов, В. Б. Сочава [16] указывает, что оно способствует развитию теории географии, вызывает необходимость разрабатывать новые количественные методы сбора и обобщения огромного объема информации и тем способствует развитию географической науки в целом. Результаты географического прогнозирования (как комплексного, так и частного) необходимы для обоснования мероприятий по охране и оптимизации окружающей среды, для прогнозирования экономического развития, оценки ресурсов и решения других интегральных задач. Их практическая значимость будет наибольшей, если в качестве объекта прогнозирования использовать объект научных исследований, т. е. геосистему или природно-территориальный комплекс. Прогнозирование представляет собой исследование явлений, которые еще не осуществлялись, но возможны, т. е. прогноз раскрывает черты развития этих явлений, намечает оптимальные методы управления, обосновывает принятие решений и сроки достижения целей [10].

В последнее время в географической науке применяется термин “ландшафтно-географический прогноз”. Сущность такого прогноза — научное предвидение (с определенной заблаговременностью) состояния, поведения и направления развития геосистем. Основываясь на таком подходе, под ландшафтно-географическим прогнозированием понимается составление ландшафтно-географического прогноза с определенной вероятностью появления “события”, с заданной точностью и при осуществлении некоторого наперед заданного комплекса факторов [12]. Близки к трактовкам В. Б. Сочавы и А. Г. Исаченко определения физико-географического прогнозирования К. Н.

Дьяконова [4], Ф. М. Милькова [13], В. А. Николаева [14], А. Г. Емельянова [5, 6] и других географов. Согласно им, суть физико-географического прогнозирования заключается в научном предвидении изменений природных комплексов (геосистем) под воздействием как естественных, так и антропогенных факторов, а само физико-географическое прогнозирование представляет собой систему исследований, цель которых — выявление направлений, степени, скорости и масштабов предстоящих изменений геосистем для разработки мероприятий по оптимизации природной среды [7, 9].

Таким образом, обобщая трактовки понятия “географическое прогнозирование”, можно дать следующее его определение: географическое прогнозирование — это научная разработка системы представлений о будущих свойствах и состояниях географических систем, направленности и степени их предстоящих изменений, вызванных как спонтанным развитием, так и деятельностью человека, зафиксированных с заданным временем упреждения в характерном пространственно-временном интервале.

Важнейшая задача географического прогноза — поиск устойчивых связей (структурных, пространственных, временных и др.). Это вызвано тем, что география — наука многопредметная, а объект прогнозирования — территориальная система определенного ранга — отличается многомерностью. Преодолеть барьер многомерности можно используя следующие подходы: 1) декомпозиционные приемы, т. е. разбивка целого на составные части, отличающиеся большой простотой и доступностью исследования; 2) определение простых показателей, отражающих важнейшие прогнозные факторы или их сумму; 3) агрегирование, т. е. объединение нескольких показателей в один [10]. Следовательно, в географическом прогнозе одновременно применяются синтез и анализ природных процессов и явлений.

Перестройка природных комплексов начинается чаще всего с изменения одного-двух компонентов, а остальные изменяются через систему взаимосвязей, поэтому одной из коренных задач является установление структуры связи в природном комплексе, от правильности ее решения зависит успех всего ландшафтного прогнозирования [3]. Таким образом, главные задачи географического прогнозирования — получение достоверных показателей о современном состоянии природной среды и определение ее основных изменений на перспективный период с целью планирования рационального использования естественных ресурсов, а также оценка перспективных условий жизни человека и размещения производственных комплексов.

Наиболее активным природопреобразовательным фактором на территории Беларуси является осушительная мелиорация. Под действием мелиоративных систем происходят необратимые изменения в ландшафтах и почвах — формирующие новые геотехнические системы. При этом природные комплексы перестраиваются до тех пор, пока компоненты не придут в соответствие с вновь созданными внешними и внутренними условиями, а также между собой. Новое равновесие будет значительно отличаться от прежнего исходного состояния.

Для успешного прогнозирования состояния природных комплексов, получения точных и надежных прогностических данных важное значение имеет степень изученности объектов прогнозирования — мелиорированных ландшафтов. Особое значение для этих целей имеют многолетние комплексные мониторинговые исследования, которые проводятся в Белорусском государственном университете с 70-х гг. годов прошлого столетия. На основании проведенных мониторинговых исследований на территории Беларуси установлены закономерности изменения основных компонентов осушенных ландшафтов: почв и структуры почвенного покрова (СПП), рельефа, вод, растительности и др. [1, 2].

Для разработки методики прогнозирования изменения осушенных природных территориальных комплексов (ПТК) был применен комплексный подход, учитывающий как динамичные, резко изменяющиеся компоненты, так и консервативные (почвы, рельеф и микрорельеф).

Прогнозирование изменения осушенных почв. Почвы хорошо фиксируют, отображают изменения, эволюцию и деградацию осушенных ландшафтов и обоснованно приняты в

качестве основного компонента показателя для прогнозирования изменения ландшафтов. При осушении и изменении водного режима почв изменяются их морфология, водно-физические свойства. Усиливаются зональные процессы почвообразования и промывной режим. Аккумулятивные процессы сменяются элювиальными. Ухудшается, обедняется поглощающий комплекс почв. Одним из негативных процессов осушенных почв является сработка органического вещества. В результате этих процессов происходит изменение СПП осушенных болотных массивов в сторону сокращения площади торфяных мощных и увеличения маломощных и минеральных почв. Возрастает мелкоконтурность, снижается средневзвешенный балл бонитета. Все это ограничивает эффективность агротехнических мероприятий и снижает продуктивность осушенных земель. На массивах, где преобладали дерновые заболоченные почвы в сочетании с торфяными, на конечной стадии эволюции образуется менее сложный и менее контрастный по сравнению с исходным почвенный покров.

Прогнозирование изменения СПП торфяных почв в результате осушительной мелиорации и сельскохозяйственного использования необходимо для того, чтобы содействовать сохранению и повышению плодородия, предвидеть возможные изменения почв и их свойств, направить эти изменения в нужном направлении, а также предпринять своевременно меры для предотвращения и уменьшения негативных явлений.

Многолетние мониторинговые исследования осушенных почв проводились на 30 стационарах различных ландшафтов Беларуси. Установлены закономерности изменения и эволюции осушенных почв, что послужило теоретической основой разработки методик прогнозирования осушенных почв. Результаты исследований позволили составить модели эволюции осушенных торфяных почв, разработать методику и составить прогноз изменения почв и СПП на стационарах и ключевых хозяйствах, а также по ключевым административным районам. Составлен прогноз изменения осушенных торфяных почв областей республики и прогноз в двух вариантах ежегодного изменения площадей органогенных почв в разрезе почвенных разновидностей по областям и в целом по республике.

Для прогнозирования изменения свойств почв и почвенного покрова предложено четыре метода. Прогнозно-картографический метод рекомендуется для составления прогнозных почвенных карт стационаров, отдельных хозяйств или ключевых участков. Прогнозно-расчетный метод — для прогнозирования изменения торфяных почв и СПП хозяйств, районов, областей и в целом по республике. Метод ландшафтных аналогов позволяет прогнозировать изменение почвенного покрова в ландшафтах с одинаковой СПП. Метод экспертных оценок использован при предварительном прогнозе.

В качестве примера изменения почвенного покрова прогнозно-картографическим методом может служить стационарная площадка “Брестская”, мониторинговые комплексные исследования на которой проводятся с 1972 г. Повторные исследования на площадке (5,6 га) были проведены в 1976, 1979, 1988 и 1994 гг. Стационар отличается высокой культурой земледелия. На площадке в 1972 г. при исходном исследовании преобладали торфяные почвы (96,1 %) и минеральные, образовавшиеся после сработки торфа (3,9 %) (табл. 1, рис. 1). В 1972 г. средняя мощность торфа на площадке составила 110 см. Через 22 года она уменьшилась на 50,5 см и составила 59,5 см. Торфяная среднемощная почва с мощностью торфа от 1 до 2 м при I туре исследований занимала 56 % площади, а через 22 года площадь такой почвы уменьшилась в 10 раз. Площадь минеральных почв за счет сработки торфа за этот период увеличилась более чем на 24 %. Почти на 6 % увеличилась площадь торфянисто-глееватых почв, находящихся на грани превращения в минеральные.

Если при последнем туре исследований (1994 г.) на стационаре “Брестская” приходилось на торфяные почвенные разновидности — 72,3 % и на антропогенные почвы, образовавшиеся после сработки торфа — 27,7 %, то по прогнозу на 2015 г. это соотношение для варианта при оптимальных нормах осушения и использования под многолетними травами (I вариант) будет соответственно составлять 68,0 и 31,6 %, а для варианта при переосушении и использовании в севооборотах с зерновыми и пропашными — 51,6 и 48,4 %

(II вариант) (табл. 1, рис. 2). Четко прослеживается заметное сокращение торфяных почв, особенно с большой мощностью торфа. Прогнозируется полное исчезновение на площадке торфяных среднеторфяных почв. Уменьшение органического вещества предполагается и у почв, образовавшихся после сработки торфа и трансформации в почвенные разновидности с небольшим его содержанием. Учитывая, что характер использования площадки (в основном под пропашными культурами) в перспективе не будет меняться, то трансформация почв и изменение почвенного покрова на ней прогнозируются довольно интенсивные. Для площадки составлены прогнозные карты полной сработки торфа. По прогнозу полностью торф на площадке исчезнет к 2070 г. по I варианту прогноза и к 2047 г. — по II. Основным периодом активного исчезновения торфа на площадке прогнозируется в период с 2020 по 2060 г. по I варианту и с 2010 по 2040 г. — по II.

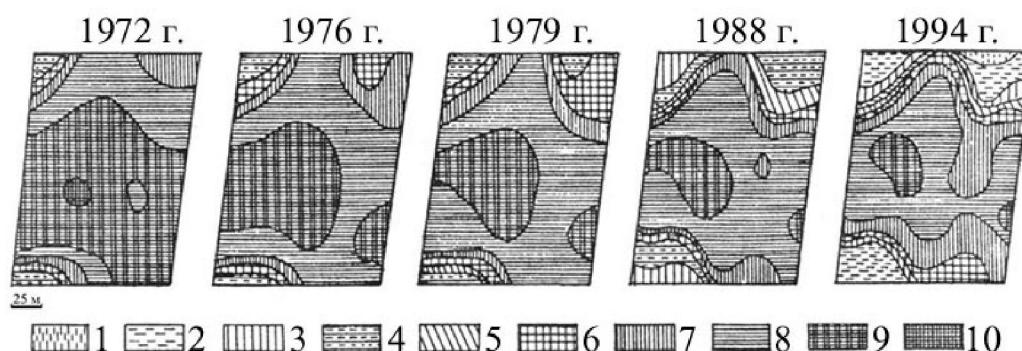


Рис. 1. Изменение структуры почвенного покрова на стационарной площадке “Брестская”.
Условные обозначения — см. табл. 1

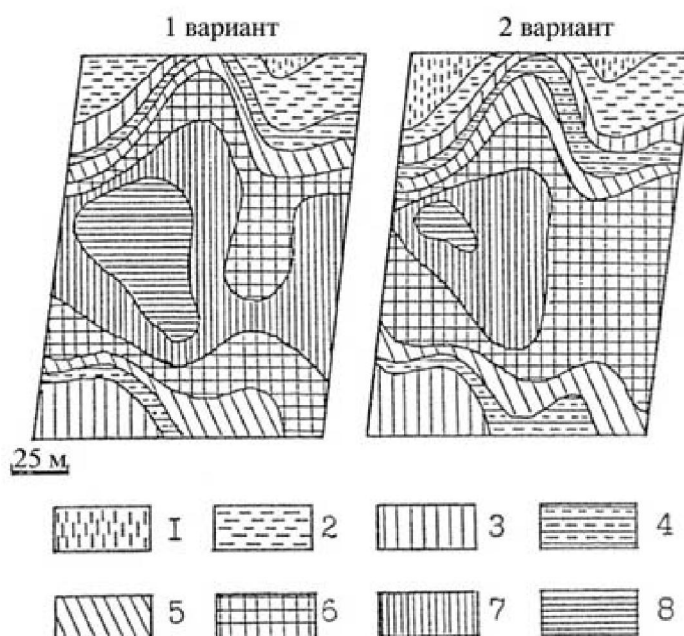


Рис. 2. Прогноз изменения почвенного покрова на 2015 г. стационарной площадки “Брестская”.
Условные обозначения — см. табл. 1

Составленные для 20 площадок карты пространственно-временной и полной сработки разновидностей торфяных почв и картограммы полной сработки торфа показывают, что полная сработка торфа на стационарных площадках с мелкозалежными торфяниками прогнозируется к 2040 г., с глубокозалежными — к 2090 г., а для стационара с сочетанием торфяных маломощных и среднеторфяных почв — к 2055 г.

По прогнозу на далекую перспективу осушительная мелиорация и сельскохозяйственное использование содействуют сокращению пестроты почвенного покрова за счет сработки торфа и появлению зональных дерново-подзолистых почв. Одновременно будет наблюдаться уменьшение количества почвенных разновидностей и контуров при условии выровненного ложа торфа.

Таблица 1

Изменение почвенного покрова (в севообороте с пропашными, зерновыми и многолетними травами)
и его прогноз на стационарной площадке “Брестская”

Условные обозначения	Почва	1972 г.		1976 г.		1979 г.		1988 г.		1994 г.		Прогноз на 2015 г.			
												Под травами (I)		Под зерновыми и пропашными (II)	
		га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
1	Антропогенная глубокооглеенная слабогумусированная песчаная	—	—	—	—	—	—	—	—	0,10	1,8	0,13	2,3	0,25	4,6
2	Антропогенная глееватая среднегумусированная песчаная	—	—	—	—	—	—	—	—	0,88	15,7	0,63	11,4	4,46	8,2
3	Антропогенная глееватая сильногумусированная песчаная	—	—	—	—	—	—	0,39	6,9	0,34	6,1	0,05	0,9	0,62	11,0
4	Антропогенная глееватая слабоотторфованная песчаная	—	—	—	—	—	—	0,61	10,9	0,08	1,4	0,27	4,8	0,53	9,5
5	Антропогенная глееватая сильноотторфованная песчаная	0,22	3,9	0,29	5,2	0,45	8,0	0,37	6,6	0,15	2,7	0,69	12,3	0,85	15,2
6	Торфянисто-глееватая	0,16	2,8	0,36	6,4	0,67	12,0	0,40	7,1	0,49	8,8	1,68	30,0	1,81	32,3
7	Торфяно-глееватая	0,47	8,4	0,65	11,6	0,58	10,5	0,81	14,5	1,34	23,9	1,31	23,4	0,90	16,1
8	Торфяная маломощная	1,54	27,5	2,48	44,3	2,59	46,3	2,34	41,8	1,91	34,1	0,84	15,0	0,19	3,2
9	Торфяная среднемощная	3,11	55,6	1,82	32,5	1,30	23,3	0,68	12,2	0,31	5,5	—	—	—	—
10	Торфяная мощная	0,10	1,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Количество почвенных контуров		12		11		12		16		17		14		15	
Балл бонитета		69		67		64		60		56		50		44	

Примечание. Условные обозначения — для рис. 1, 2 и табл. 2.

Исчезновение торфяных почв, уменьшение содержания органического вещества, превращение их в антропогенные песчаные почвы, образовавшиеся после сработки торфа, а также ухудшение водно-физических и других свойств снизили и по прогнозу еще больше снизят потенциальное плодородие и средневзвешенный балл бонитета [9].

Как показывают прогнозные проработки, изменения почвенного покрова весьма велики и требуют незамедлительного вмешательства с целью сдерживания негативных процессов и выработки необходимых мер по сохранению и повышению плодородия почв. Вызывает тревогу, особенно в последнее время, ухудшение использования осушенных торфяных почв, увеличение посевов зерновых и пропашных. Необходимо выполнять рекомендации специалистов и использовать такие почвы в первую очередь только под посевы многолетних трав или культурные сенокосы и пастбища с возделыванием зерновых культур в период перезалужения. Одновременно для сдерживания сработки торфа и поддержания плодородия осушенных торфяных почв необходимо повысить культуру земледелия. Прогнозные расчеты показывают, что неблагоприятные изменения почв и почвенного покрова могут быть смягчены путем разработки специальной системы земледелия, включающей приемы сохранения и рационального использования почв.

Результаты многолетних мониторинговых исследований эволюции и деградации осушенного почвенного покрова позволили установить основные закономерности его изменения в направлении незаболоченных ПТК, уменьшения и исчезновения заторфованности, образования антропогенных минеральных почв на месте сработанных торфяных и увеличения их площади. В почвенном покрове осушенных ПТК уменьшается удельный вес более мощных торфяных и увеличивается — минеральных, преимущественно песчаных низкоплодородных почв [7—9].

Ставилась задача обобщить материал мониторинговых исследований изменения СПП за многолетний период на стационарах, приуроченных к различным ПТК, и определить конкретные величины — коэффициенты изменений почвенных разновидностей для прогнозирования пространственно-временного изменения СПП.

Использованы результаты исследований по 15 стационарам на осушенных ПТК с различной СПП: от ПТК со среднемоющими и мощными торфяными почвами до ПТК с минеральными заболоченными почвами. Изменение почвенного покрова на стационарах представлено в виде серии почвенных карт по турам исследований и табличного материала, где изменение площади почвенных разновидностей приводится в гектарах и в процентах от площади стационара.

Приведенные результаты изучения изменения СПП могут быть без дополнительной их обработки использованы для прогнозирования изменения почвенного покрова в аналогичных осушенных ПТК. По стационарам составлены графические материалы, по которым можно прогнозировать изменение почвенного покрова аналогичных ПТК. Однако для обобщенного прогнозирования осушенных ПТК необходимы усредненные нормативные показатели — коэффициенты изменения осушенных почвенных разновидностей, расчеты которых приводятся ниже.

Вычисление коэффициентов изменения осушенных почвенных разновидностей по общей площади ПТК. Для подсчета коэффициентов использовались данные мониторинговых исследований изменения осушенных разновидностей (в гектарах и процентах от общей площади стационара). Разница между данными исходных и конечных исследований по почвенным разновидностям делилась на время между исследованиями в годах. Полученные результаты (+, –) показывают изменение (увеличение, уменьшение) площади в гектарах или процентах относительно площади стационара (ПТК).

Например, при исходных исследованиях на стационаре “Брестский” торфянисто-глееватых почв было 0,16 га или 2,8 %. При последнем пятом туре исследований через 22 года в 1994 г. их было соответственно 0,49 га или 8,8 %. Площадь торфянисто-глееватых почв увеличилась за 22 года на 0,33 га (на 6,0 %). Разделив эти величины на число лет получим среднегодовое увеличение площади разновидностей: $0,33 \text{ га} : 22 \text{ года} = 0,015 \text{ га в год}$; $6,0 \% : 22 = 0,27 \% \text{ в год}$. Полученный коэффициент изменения площади почвенной разновидности (га/год) может ограниченно использоваться для прогноза данного стационара

или аналогичного стационара ПТК с такой же площадью. Если же площадь прогнозируемого ПТК будет иная, то величину прогнозируемой площади необходимо изменять пропорционально площади стационара.

Для прогноза предлагается использовать коэффициенты изменения в процентах. В нашем примере этот коэффициент равен +0,27 %. Таким образом рассчитывались величины изменения всех основных почвенных разновидностей для всех стационаров.

Расчет коэффициентов изменения по указанному варианту удобнее делать по простым формулам:

$$K_{\text{п}} = (P_{\text{к}} - P_{\text{и}})/T, \quad (1)$$

где $K_{\text{п}}$ — коэффициент изменения почвенных разновидностей (+, –), га/год; $P_{\text{и}}$ — исходная площадь почвенной разновидности, га; $P_{\text{к}}$ — конечная площадь почвенной разновидности, га; T — время между исходными и конечными исследованиями, годы.

Расчет коэффициента (K_1) изменения почвенной разновидности в процентах от удельного веса (%) почвы на стационаре (ПТК):

$$K_1 = (P_{\text{к}} - P_{\text{и}})/T, \quad (2)$$

где $P_{\text{и}}$ — исходный процент почвенной разновидности; $P_{\text{к}}$ — конечный процент почвенной разновидности при повторных конечных исследованиях; T — время между исходным и повторным конечным турами исследований, годы.

Для того чтобы определить наиболее точные, надежные, конкретные показатели и величины для прогнозирования, проводилось несколько вариантов расчетов коэффициентов изменения осушенных почв: а) в процентах и гектарах от общей площади стационара, ПТК; б) в процентах от площади прогнозируемой почвенной разновидности; в) в процентах от площади двух почвенных разновидностей (разновидности, по которой ведется прогнозирование, и смежной разновидности классификационного списка, которая имеет лучшие показатели, богаче органикой, с большей мощностью торфа, деградирующей в прогнозируемую, почвенную разновидность). Классификационный ряд почв начинается минеральными и антропогенными минеральными почвами, образовавшимися на месте сработанных торфяных, и заканчивается осушенными мощными торфяными почвами (более 2 м). Смежная почва, идущая в классификационном ряду ниже прогнозируемой, изменяется, трансформируется в смежную верхнюю, т. е. “подпитывает” ее, является источником, “донором” увеличения ее площади и процентного содержания в СПП.

Вычисление коэффициента изменения почвенной разновидности по ее исходной площади. При анализе материалов мониторинговых исследований изменения — эволюции и деградации — осушенных почв определялась его зависимость от площади почвенных разновидностей и СПП. Эта зависимость прослеживается как в отношении исходной площади конкретных почвенных разновидностей, так и в отношении площади смежных почвенных разновидностей. Выявлена тесная связь изменения почв и особенностей осушенных ПТК, в первую очередь СПП и других показателей.

Установлены общие закономерности изменения почвенного покрова и ПТК осушенных территорий. Так, мощные торфяные почвы трансформируются в менее мощные и увеличивают площади маломощных торфяных почв или стабилизируют уменьшение их площадей и их удельного веса в СПП. Получение же конкретных величин — коэффициентов изменения — служит основой прогнозирования изменения СПП и осушенных ПТК.

Расчет коэффициента изменения (+, –) площади почвенной разновидности по ее исходной площади проводится по формуле:

$$K_2 = \{(P_{\text{к}} - P_{\text{и}})/P_{\text{и}}\}/T, \quad (3)$$

где K_2 — коэффициент изменения (+, –) почвенной разновидности относительно ее исходной площади, %/год; $P_{\text{к}}$ — площадь почвенной разновидности при последнем (конечном) туре исследований, га; $P_{\text{и}}$ — площадь почвенной разновидности при исходных исследованиях, га; T — величина периода исследований, годы.

Подставив в эту формулу данные по изменению площади торфянисто-глееватых почв на стационаре “Брестский”: $P_{\text{к}} = 0,49$ га; $P_{\text{и}} = 0,16$ га; $T = 22$ года, получим:

$$K_2 = \{(0,49 - 0,16)/0,16\}/22 = (+0,33/0,16)/2,2 = 0,0937 = +9,37 \, \%.$$

Полученный коэффициент +9,37 %/год говорит о том, что площадь торфянисто-глееватых почв на стационаре “Брестский” за 22-летний период увеличивалась в год на 9,37 % от исходной площади этой почвенной разновидности. Такие коэффициенты подсчитаны для всех почвенных разновидностей стационара “Брестский”. Величины коэффициента изменяются от +27,47 % для антропогенных минеральных почв до –4,54 % — для мощных торфяных. Величины коэффициентов со знаком (+, –) показывают направленность изменения почвенных разновидностей и интенсивность изменения.

Вычисление коэффициента изменения почвенной разновидности по исходной площади прогнозируемой разновидности и смежной разновидности. В динамике почвенных разновидностей и СПП, как отмечалось выше, существует связь с площадью исходной почвенной разновидности и смежной, нижеследующей, более богатой органикой и с большей мощностью торфа. Более богатые органическим веществом почвы осушенных природных комплексов трансформируются на первом этапе в смежные верхние менее плодородные. Более богатые органическим веществом почвы “подпитывают”, увеличивают площади смежных почвенных разновидностей. Несомненно, имеется связь изменения площади почвенной разновидности с площадью почвы-донора. Коэффициент изменения (+, –) почвенной разновидности по исходной площади прогнозируемой почвенной разновидности и площади смежной разновидности рассчитывается по формуле:

$$K_3 = \{(P_k - P_{и}) / (P_{и} + P_{ис})\} / T, \quad (4)$$

где K_3 — коэффициент изменения (+, –) почвенной разновидности относительно ее исходной площади и исходной площади смежной почвенной разновидности, %/год; P_k — конечная площадь прогнозируемой почвенной разновидности, га; $P_{и}$ — исходная площадь прогнозируемой почвенной разновидности, га; $P_{ис}$ — исходная площадь почвенной разновидности, смежной с прогнозируемой, га; T — величина периода исследований, годы.

Подставляя в формулу (4) данные по торфянисто-глеевой почве и смежной с ней почве-доноре — торфяно-глеевой почве (с большей мощностью торфа): $P_{и} = 0,16$ га; $P_k = 0,49$ га; $P_{ис} = 0,47$ га; $T = 22$ года, вычислим указанный коэффициент:

$$K_3 = \{(0,49 - 0,16) / (0,16 + 0,47)\} / 22 = (0,33 / 0,63) / 22 = 0,523 / 22 = + 0,0237 = + 2,37 \%$$

Этот коэффициент (+ 2,37 %/год) показывает, что в течение периода исследований — 22 лет ежегодно происходило увеличение площади торфянисто-глееватых почв в среднем на 2,37 % от исходной общей площади торфянисто-глееватых и торфяно-глеевых почв. Величины коэффициента K_3 по стационару “Брестский” колеблются от +15,89 % до –4,54 % (рис. 3).

Вычисленные коэффициенты изменения почвенных разновидностей по стационару “Брестский” и другим стационарам приведены в табл. 2. Коэффициенты изменения почвенных разновидностей были следующими: по первому варианту, когда расчеты коэффициентов велись относительно общей площади стационара (ПТК), коэффициент (K_1) изменяется от +4,08 % для антропогенных минеральных почв до –2,27 % для торфяных среднемощных почв. Мощных торфяных почв на стационаре при исходных исследованиях было весьма незначительно — 0,1 га (1,8 %), и в среднем за период исследований их коэффициент изменений получился наиболее низким (–0,08 %).

По второму варианту вычисленные коэффициенты изменения (K_2) по площади исходной почвенной разновидности имели величины от +27,47 % для антропогенных минеральных почв до –4,54 % для мощных торфяных почв.

В третьем варианте подсчета коэффициентов (K_3) — по площадям прогнозируемой и смежной разновидности почв — в стационаре “Брестский” они изменялись от +15,89 % у антропогенных минеральных почв до –4,54 % у мощных торфяных почв.

Таблица 2

Сводные данные изменения за год почвенного покрова по результатам мониторинговых исследований на стационарах

Стационар (продолжитель- ность исследо- ваний, лет)	Процент от общей площади (+, -)						Процент от площади почвенных разновидностей (+, -)						Процент от площади двух почвенных разновидностей (+, -)					
	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9	10
Третий (21)	—	—	—	+0,39	+1,94	-2,3	—	—	—	+6,80	+4,27	-4,21	—	—	—	+0,78	+1,93	-4,2
Второй (18)	—	—	—	+0,15	+2,01	-2,1	—	—	—	+5,55	+3,46	-2,69	—	—	—	+0,24	+2,09	-2,6
Син. Домик (22)	—	—	—	+1,49	-1,55	-0,2	—	—	—	+9,0	-2,05	-3,63	—	—	—	+1,60	-1,86	-3,6
Мочка Б. (13)	+0,48	+1,55	+0,53	-1,08	-1,40	—	+55,6	+66,7	+8,7	-1,94	-5,50	—	+9,1	+14,3	+1,21	-1,16	-5,5	—
БВО (17)	—	—	+1,24	-0,65	-1,05	—	—	—	+13,81	-0,84	-4,92	—	—	—	+1,36	-0,66	-4,92	—
Кривая (20)	+1,7	-0,97	-1,07	—	—	—	+4,31	-4,80	-4,42	—	—	—	+3,11	-2,08	-4,42	—	—	—
ПОМС-1 (24)	+1,25	+2,05	-0,	-0,38	-2,7	-0,2	+4,16	+46,2	-1,62	-4,06	-4,16	—	+2,79	+7,27	-0,43	-3,71	-4,16	—
Михановичи (18)	+1,38	+0,15	+0,97	-1,87	-0,97	—	+37,36	+8,1	+18,6	-3,8	-2,7	—	+15,1	+3,65	+1,95	-2,19	-2,74	—
Черница (6)	+4,71	-2,85	-1,35	-0,88	-0,70	—	+23,87	-10,9	-5,95	-3,61	-8,97	—	+10,2	-5,8	-2,9	-2,82	-6,41	—
Смолевичи (7)	+2,10	-0,26	+0,06	+0,41	-2,30	—	+13,03	-2,55	+0,62	+1,39	-12,6	—	+8,02	-1,4	+0,14	-0,85	-12,6	—
Полесье (27)	+0,56	+0,16	+0,07	-0,37	-0,55	-0,56	+36,3	+4,3	+0,65	-1,0	-1,61	-3,15	+14,5	+1,12	+0,15	-0,51	-1,06	-3,1
Брестский (22)	+1,08	+0,27	+0,70	+0,3	-2,27	-0,08	+27,47	+9,37	+8,41	+1,09	-4,10	-4,54	+15,8	+2,57	+1,96	+0,36	-3,96	-4,5
Запрудье (7)	+2,46	+1,15	+3,83	-4,61	-1,62	—	+21,42	+14,28	+23,2	-9,16	-7,14	—	+18,3	+1,58	+5,38	-6,30	-7,14	—
Оз. Черное (14)	—	—	+0,29	+4,32	-4,19	—	—	—	+7,14	+12,58	-6,42	—	—	—	+0,79	+4,36	-6,42	—
Остров (7)	—	—	—	—	+0,81	-4,5	—	—	—	—	+5,35	+5,3	—	—	—	—	+11,3	-5,3
Среднее	+1,75	+0,14	+0,46	-0,34	-0,86	-1,64	+24,83	+14,52	+6,30	+0,92	-3,36	-3,92	+14,7	+4,04	+0,47	-0,83	-2,96	-3,92
Пределы	+0,48...	-2,85...	-1,35...	-4,61...	-4,19...	-0,08...	+4,16...	—	-5,95...	-9,16...	-12,6...	-2,69...	+3,11...	-2,08...	-4,4...	-6,30...	-12,6...	-5,3...
колебаний	-4,71	+2,05	+3,83	+4,37	+2,01	-4,50	+55,60	10,90...	+23,2	+12,58	+5,35	-5,54	+27,9	+14,3	+5,3	+4,36	+12,3	+2,69
								+66,7										
Среднее упорядоченного ряда	+1,50	+0,29	+0,28	-0,38	-0,82	-1,32	+23,39	+9,82	+5,6	+0,78	-3,32	-3,88	+14,4	+3,19	+0,47	-0,81	-3,34	-3,88
Пределы	+0,56...	-0,97...	-1,07...	-2,70...	-2,30...	-0,28...	+4,31...	-4,8...	-4,42...	-4,06...	-8,97...	-3,15...	+8,02...	+1,12...	-2,9...	-3,71...	-7,14...	-4,54...
колебаний	+2,46	+2,05	+1,24	+1,49	-1,94	-2,31	+37,36	+46,2	+18,6	+9,0	+4,27	+4,53	+19,1	+7,27	+1,96	+1,6	+2,09	+3,15

Примечание. Цифрами 5, 6, ..., 10 обозначены почвенные разновидности — см. условные обозначения в табл. 1.

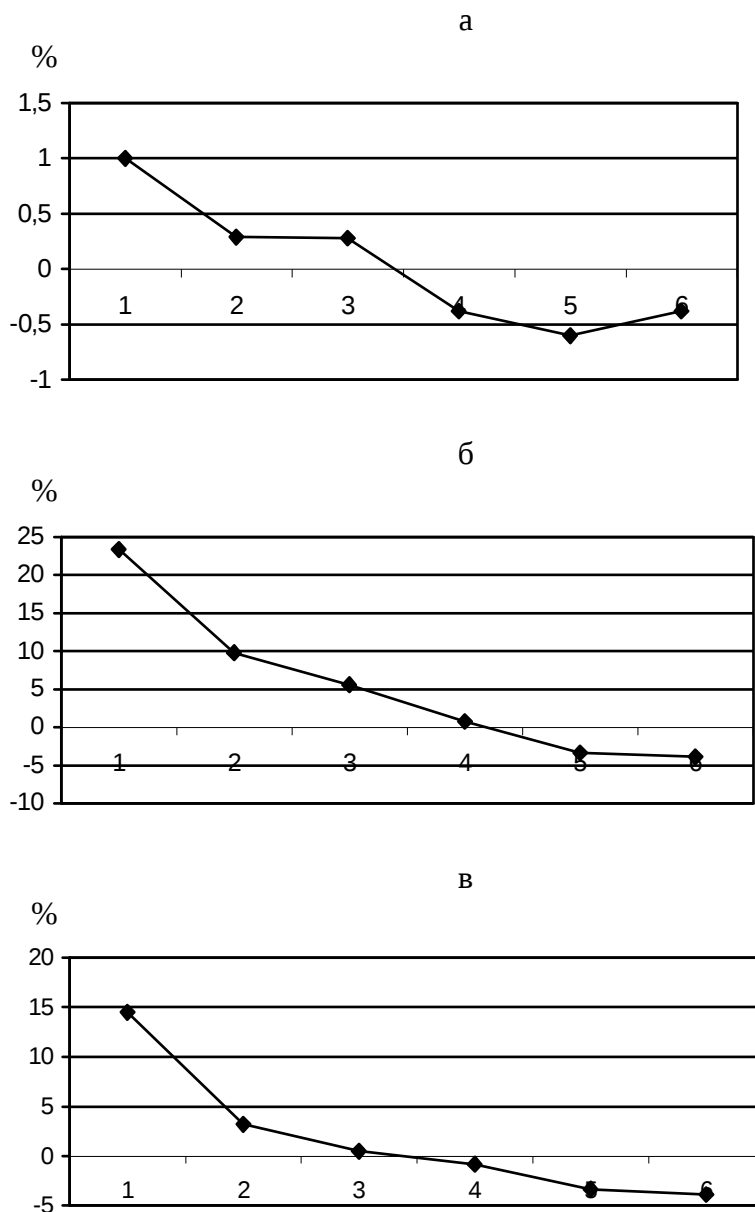


Рис. 3. Изменение структуры почвенного покрова стационара “Брестский” в процентах от общей площади (а), от площади почвенной разновидности (б) и от суммы площадей двух контактных почвенных разновидностей (в). Почвы:

1 — антропогенные минеральные; 2 — торфянисто-глееватые; 3 — торфяно-глееватые; 4 — торфяные маломощные; 5 — торфяные среднемощные; 6 — торфяные мощные

Вычислены средние коэффициенты изменения осушенных почвенных разновидностей, в том числе и упорядоченного ряда данных по 15 стационарам с исключением крайних показателей в ряду. По первому варианту подсчета коэффициента (K_1) изменения почвенных разновидностей он колеблется от +1,50 % для антропогенных минеральных почв до –1,32 % для торфяных почв. У антропогенных минеральных, торфянисто-глееватых и торфяно-глееватых почв коэффициенты изменения были положительными (со знаком “плюс”), т. е. площадь этих почвенных разновидностей увеличивалась. Отрицательные коэффициенты (со знаком “минус”) были у торфяных маломощных, торфяных среднемощных и мощных почв, и их площадь уменьшалась.

По второму варианту вычисления коэффициента (K_2) изменения почвенных разновидностей (СПП) он имел величины от +23,39 % для антропогенных почв до –3,88 % для торфяных мощных. Коэффициент изменений (+, –) свидетельствует о том, что наибольшее увеличение по отношению к исходной площади почвенной разновидности было

у антропогенных минеральных песчаных почв с закономерным его уменьшением до (+0,78 %) у торфяных маломощных почв. Отрицательные коэффициенты были у торфяных среднемощных и мощных почв — соответственно –3,32 % и –3,88 %, следовательно, площади их уменьшались.

В третьем варианте расчета коэффициента (K_3) изменения почвенных разновидностей величины его были в интервале от +14,47 % до –3,88 %. Наибольшее увеличение (+14,47 %) было у антропогенных песчаных почв, наибольшее уменьшение (–3,88 %) — у мощных торфяных почв.

Расчеты указанных коэффициентов по отдельным турам исследований на стационарах могут быть использованы для более точного прогнозирования изменения СПП по ландшафтам-аналогам, в том числе на небольшой период — 5...10 лет (рис. 4).

Прогнозирование изменения рельефа осушенных ПТК. Рельеф является важнейшим фундаментальным компонентом ПТК (ландшафтов). Он определяет пространственную дифференциацию почв, их гидрологический режим, характер увлажнения и др. Рельеф наиболее устойчив к изменениям из всех компонентов ландшафта. Однако исследования свидетельствуют о довольно резких изменениях рельефа в заторфованных ПТК. Имеющиеся многочисленные данные по сработке торфа осушенных ландшафтов в линейных величинах понижения поверхности (см/год) позволяют проводить прогнозирование изменения рельефа. На основании обобщения данных нами приняты усредненные величины сработки торфа: для торфяных маломощных почв — 1 см/год, для среднемощных — 1,5 см/год, для мощных торфяных почв — 2 см/год. Можно выполнять прогнозирование рельефа на определенный период времени, прогнозирование полной сработки торфа и соответственно — рельефа. Рельеф при полной сработке торфа определяется поверхностью минерального ложа подстилающего торфа.

Возможно общее прогнозирование рельефа. Изменение рельефа осушенных ПТК зависит от исходного рельефа (равнинный, взбугренный), сочетания минеральных и торфяных почв, а также от рельефа поверхности подстилающего торф минерального ложа. Следует отметить, что существенное изменение рельефа осушаемой территории происходит первоначально при строительстве осушительной сети. Резко возрастает расчлененность территории. В дальнейшем рельеф ПТК с комплексом минеральных почв существенного изменения не претерпевает.

В заторфованных ПТК с мощными и среднемощными торфяными почвами рельеф изменяется медленно и его характер зависит от минерального ложа. Рельеф ПТК с сочетанием торфяных и минеральных почв изменяется быстро и при полной сработке становится бугристым со значительным перепадом высот. Понижение поверхности заторфованных ПТК определяется по формуле:

$$H_n = H_i - (H_c \cdot T), \quad (5)$$

где H_n — прогнозируемая мощность торфа, см; H_i — исходная мощность торфа, см; H_c — величина сработки, см/год; T — величина периода прогнозирования, годы.

Результаты многолетних мониторинговых исследований ландшафтов, опыт прогнозирования изменения рельефа, почв и СПП позволяют предложить методы прогнозирования изменения ландшафтов осушенных территорий.

Методы прогнозирования изменения осушенных ПТК. Для разработки методов прогнозирования изменения осушенных ПТК в основу были положены закономерности изменения почв, СПП, рельефа — как важнейших компонентов ландшафта. На основании проведенного анализа результатов мониторинговых исследований предложены следующие методы прогнозирования осушенных ПТК: 1) расчетно-картографический; 2) расчетный; 3) метод ландшафтных аналогов ПТК с длинными рядами исследований; 4) метод экспертных оценок.

Расчетно-картографический метод прогнозирования ПТК основывается на использовании закономерностей изменения почв, СПП, рельефа и других компонентов в виде формул моделей эволюции, расчетных коэффициентов изменения почвенных разновидностей. Предложенные подобные по названию методы прогнозирования осушенных почв различаются объемом содержания прогнозирования и объектом.

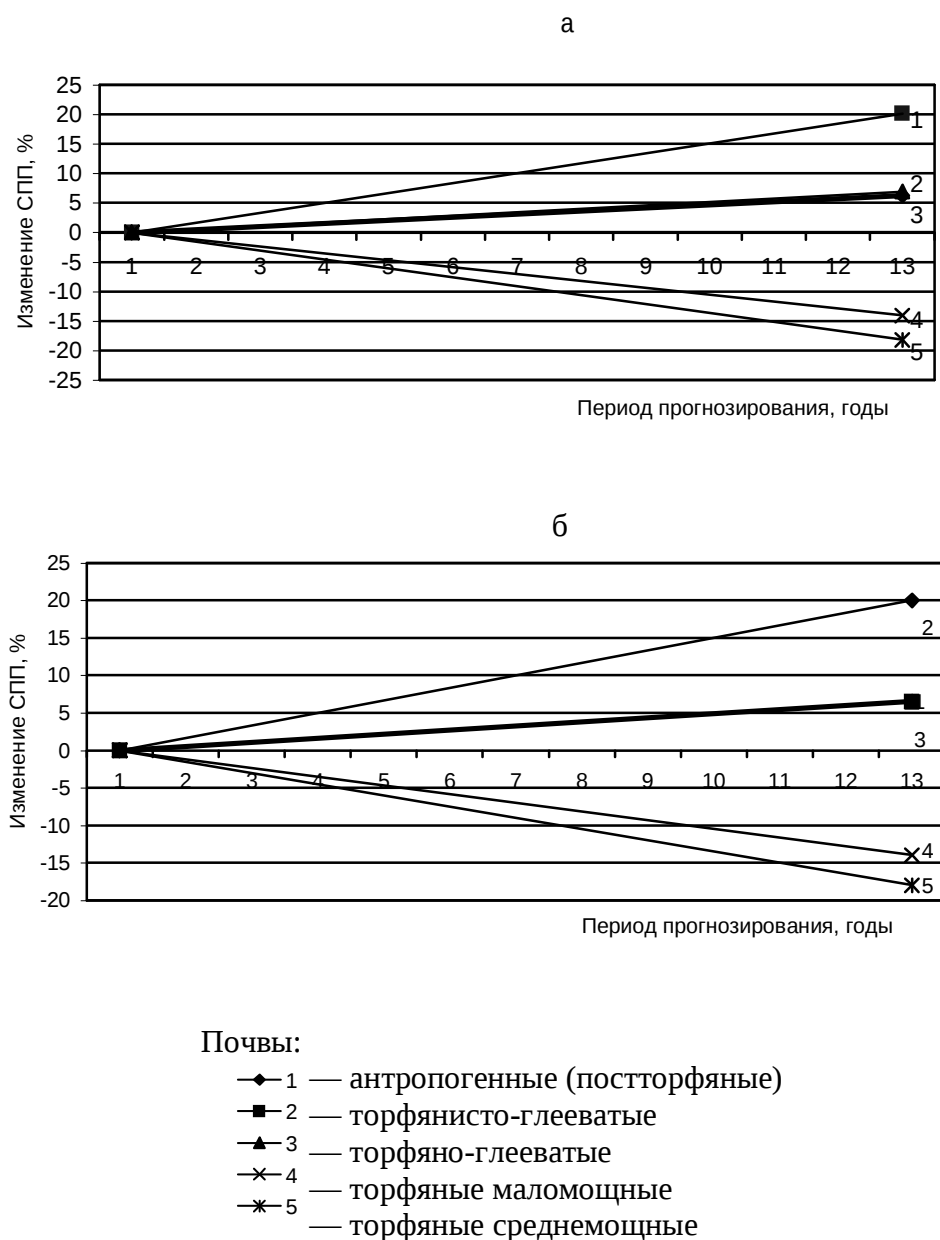


Рис. 4. Прогнозирование по ландшафтам-аналогам изменения структуры почвенного покрова на стационарах “Полесье” (а) и “Большая Мочка” (б)

Расчетно-картографический метод отличается большой трудоемкостью, требует большого информационного материала по свойствам почв, наличия исходных для прогнозирования карт почв и ПТК. Учитывается уровенный режим грунтовых вод и характер использования ПТК. Составляется прогнозная почвенная карта на основании исходной с точками, в которых проводились исследования, и выводятся контуры прогнозируемых почв на определенное время. Прогнозная почвенная карта служит основой составления прогнознй карты ПТК по разработанной методике картографирования. По составленной карте подсчитываются площади классификационных выделов ПТК.

Важнейшее достоинство этого метода — большая пространственно-временная информативность картографического материала, высокая степень динамики ПТК и возможность сопоставления разновременных карт.

Расчетный метод основывается на прогнозировании изменения почвенных разновидностей и СПП по рассчитанному коэффициенту для разных почвенных разновидностей (от минеральных до торфяных почв) различной мощности. Изменения рельефа определяются по величине сработки торфа за прогнозный период.

Ниже приводятся формулы для расчета изменения СПП и прогноза осушенных природных территориальных комплексов (ПТК).

1. Прогнозирование по коэффициенту K_1 :

$$\Pi_{\text{п}} = \Pi_{\text{и}} + K_1 \cdot T, \quad (6)$$

где $\Pi_{\text{п}}$ — прогнозируемая площадь почвенной разновидности ПТК, %; $\Pi_{\text{и}}$ — исходная площадь прогнозируемой почвенной разновидности, %; T — длительность прогнозирования, годы; K_1 — коэффициент изменения почвенной разновидности в ПТК, %/год.

2. Прогнозирование по коэффициенту K_2 :

$$\Pi_{\text{п}} = (\Pi_{\text{и}} + \Pi_{\text{и}} \cdot K_2 \cdot T) / \Pi_{\text{с}}, \quad (7)$$

где $\Pi_{\text{п}}$ — прогнозируемая площадь почвенной разновидности, га; $\Pi_{\text{и}}$ — исходная площадь прогнозируемой почвенной разновидности, га; K_2 — коэффициент изменения площади почвенной разновидности, %/год; T — длительность прогнозирования, годы; $\Pi_{\text{с}}$ — площадь ПТК, га.

3. Прогнозирование по коэффициенту K_3 :

$$\Pi_{\text{п}} = [\Pi_{\text{и}} + (\Pi_{\text{и}} + \Pi_{\text{и}+1}) \cdot K_3 \cdot T] / \Pi_{\text{с}}, \quad (8)$$

где $\Pi_{\text{п}}$ — прогнозируемая площадь почвенной разновидности, %; $\Pi_{\text{и}}$ — исходная площадь прогнозируемой почвенной разновидности, га; $\Pi_{\text{и}+1}$ — исходная площадь, смежная с прогнозируемой почвенной разновидностью, га; K_3 — коэффициент изменения площади почвенной разновидности относительно площади прогнозируемой и смежной почвенных разновидностей, %/год; T — длительность прогнозирования; $\Pi_{\text{с}}$ — площадь ПТК, га.

Для прогнозирования был принят коэффициент K_1 — величина изменения в %/год со знаком (+, –) площади почвенной разновидности. Величины этого коэффициента изменяются от +1,0 до –0,6. Положительные коэффициенты — для минеральных антропогенных почв, торфянисто-глеевых и торфяно-глеевых, т. е. площади их увеличиваются. Для торфяных маломощных, среднемощных и мощных коэффициенты отрицательны, т. е. площади уменьшаются по мере давности их сельскохозяйственного использования.

Метод ландшафтных аналогов базируется на результатах мониторинговых исследований. Рекомендуются для прогнозирования изменения конкретных ПТК на уровне ландшафтных урочищ. Подбираются аналогичные по структуре почвенного покрова стационарные ПТК, на которых проведены многолетние мониторинговые исследования. По коэффициентам изменения площади почвенных разновидностей или графикам (конкретного ландшафтного аналога — стационара) определяются прогнозные площади почвенных разновидностей и СПП прогнозируемого ПТК (рис. 4). Для определения изменения рельефа используются конкретные результаты по величине сработки осушенных торфяных почв на ландшафтном аналоге для расчета понижения поверхности. Этот метод прогнозирования является высоко достоверным и довольно простым, менее требователен к исходной информации по прогнозируемому ПТК. Требуется очень тщательного подбора аналогов для прогнозирования с высокой достоверностью результатов.

Метод экспертных оценок. Конкретные данные по изменению компонентов ландшафтов на основании длительных рядов результатов мониторинговых исследований позволяет делать квалифицированное экспертное заключение по изменению ландшафтов на ближнюю и дальнюю перспективу. При необходимости могут быть сделаны экспертные заключения по эволюции и деградации осушенных ландшафтов и почв мелиорированных объектов, хозяйств, районов, областей и в целом по республике.

Для экспертных оценок (экспертных методов) формируется коллектив экспертов: не более 5...7 высококвалифицированных специалистов. В нашем случае в него входят высококвалифицированные специалисты, долгие годы занимавшиеся мониторинговыми исследованиями, проводившие полевые и лабораторные исследования, обобщившие фондовые материалы и владеющие этими материалами, изучившие литературу по данным вопросам. В случае, когда экспертная оценка планируется при выполнении НИР или составлении проекта реконструкции мелиоративного объекта, ее проводят коллективы, задействованные для выполнения НИР, возглавляют работу по прогнозированию научные руководители.

После постановки конкретной задачи по прогнозированию данным методом обобщаются результаты мониторинговых исследований по изменению, эволюции и деградации компонентов ландшафтов, аналогичных прогнозируемым, в виде аналитической справки, которая кладется в основу экспертного метода прогнозирования. В справку входят обзор опубликованных литературных источников по объекту (объектам) прогнозирования и список литературных источников. Эксперты изучают аналитическую справку, она может корректироваться, уточняться; после проводится заседание по обсуждению и решению конкретных вопросов изменения ландшафтов с общим заключением об изменении (деградации) и эколого-экономических последствиях. Вопросы, по которым не достигается общего согласия экспертов, оговариваются и соответствующим образом формулируются. Составленный прогноз направляется высококвалифицированным специалистам в данной области и с учетом аргументированных замечаний дорабатывается.

По стационару “Полесье”, на котором выполнены 27-летние мониторинговые исследования, проведено апробационное прогнозирование изменения ПТК с использованием расчетного метода. Стационар был заложен в 1971 г. в Любанском районе, в колхозе Полесье на мелиоративном объекте Марьино. Осушение проведено в 1920-х гг. Мониторинговые исследования ведутся с 1971 г. Повторные туры выполнены в 1974, 1979, 1986 и 1998 гг. (табл. 3). Стационар был заложен на ПТК с маломощными, среднемощными и мощными торфяными почвами. Площадь стационара 20,3 га. При исходных исследованиях в 1971 г. на стационаре были только торфяные почвы мощностью более 0,5 м. Торфяно-глеевые (0,3...0,5 м) занимали 11,2 %, торфяные маломощные (0,5...1,0 м) — 36,3 %, торфяные среднемощные (1,0...2,0 м) — 34,7 и торфяные мощные (более 2 м) — 17,8 %. Осушенные почвы стационара использовались в девятипольном севообороте с зерновыми, пропашными и многолетними травами. Средняя урожайность зерновых по хозяйству составляла в среднем 20...28 ц/га.

При прогнозировании изменения ПТК расчетным методом ставились две задачи: 1) составить прогноз изменения ПТК стационара на время мониторинговых исследований на нем, приняв за исходные для прогнозирования данные СПП по стационару на 1971 г. с соотношением торфяных почв, указанным выше; 2) апробировать прогнозирование по конечным результатам мониторинга. Расчеты проводились в трех вариантах по трем коэффициентам — K_1 , K_2 , K_3 (см. формулы (2), (3), (4)).

Результаты прогнозирования почвенных разновидностей и СПП приведены в табл. 4, 5. Расчеты по первому варианту (K_1) показывают, что за 27 лет произошло увеличение площади антропогенных, торфянисто-глеевых и торфяно-глеевых почвенных разновидностей соответственно на 27,0, 7,8, 7,6 % и их площадь составила соответственно 29,6, 11,8, и 18,8 %. Расчетные отрицательные коэффициенты характерны для торфяных мало-, средне- и мощных и их площади уменьшились и составили соответственно 26,0, 18,5 и 0 %. Расхождения с площадями, установленными на основании мониторингового картографирования по почвенным разновидностям, составляли от 0,1 до 5,7 %.

Расхождения с мониторинговыми данными по второму варианту (K_2) были от 2,6 до 16,1 %, по третьему (K_3) — от 1,4 до 14,8 %. Для прогнозирования предлагается первый вариант с расчетным коэффициентом K_1 .

Для прогнозирования изменения осушенных ПТК расчетно-картографическим методом было подобрано крупное хозяйство мелиоративного объекта “Верховье р. Ясельды” — колхоз “Корнадзь” Свислочского района Гродненской области. Это вновь созданное хозяйство на осушенных землях, где торфяные почвы по данным картографирования почв, проведенного в 1975 г. в масштабе 1:10 000, составляли 87,8 % территории, а минеральные — лишь 12,2 %. В колхозе площадь торфяных почв с мощностью торфа более 50 см составляла 72,4 %, а почвы с мощностью торфа более 2 м почти отсутствовали. На почвенной карте были зафиксированы значения мощности торфа в точках изысканий, что послужило основой для расчетов при составлении прогнозных карт. На основании составления прогнозных карт в двух вариантах было выявлено значительное уменьшение площадей с мощностью торфа более 0,5 м и увеличение мелкозалежных торфяников и почв, образовавшихся после сработки торфа.

Для разработки и практического использования рекомендаций по экологически безопасному использованию осушенных ПТК необходимо крупномасштабное картографирование с выделением СПП и рельефа. Они выделяются на основании изучения

почвенного покрова и приуроченности почвенных комплексов к определенным элементам рельефа.

Таблица 3

Изменение площадей и структуры почвенного покрова стационара “Полесье”

Почвенные разновидности	1974 г.		1979 г.		Изменение за 1974—1979 гг.		1986 г.		Изменение за 1974—1986 гг.		1998 г.		Изменение за 1974—1998 гг.	
	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%	га	%
Антропогенные	0,53	2,6	0,93	4,6	+0,4	–2,0	4,66	23,0	+4,13	+20,4	6,0	29,7	+3,4	27,1
Торфяно-глеевые	4,26	21,0	5,99	29,6	+1,73	+8,6	2,39	11,8	–1,87	–9,2	2,66	13,1	–1,6	–7,9
Торфяные маломощные	6,66	32,9	7,06	34,9	+0,4	+2,0	6,0	29,6	–0,66	–3,30	5,33	26,3	–1,33	–6,6
Торфяные среднемощные	5,61	27,7	2,93	14,5	–2,68	–13,2	2,40	11,9	–3,21	–15,8	4,0	19,8	–1,61	–7,9
Торфяные мощные	2,39	11,8	1,61	7,9	–0,78	–3,9	1,20	5,9	–1,19	–5,9	0,53	2,6	–1,86	–9,2

Таблица 4

Результат прогнозирования изменения ПТК и апробации методики прогнозирования (стационар “Полесье”)

Почвенные разновидности	Исходная площадь, га/%	Конечная площадь, га/%	Прогнозирование по коэффициенту K_1			
			Усредненный коэффициент K_1	Увеличение- уменьшение площади ($\pm$), %	Прогноз СПП, %	Различия с мониторингом, %
Антропогенные	0,53/2,6	6,00/29,7	+1,0	+27,0	29,6	–0,1
Торфянисто-глееватые	0,80/4,0	1,73/8,5	+0,29	+7,8	11,8	+3,3
Торфяно-глеевые	2,26/11,2	2,66/13,1	+0,28	+7,6	18,8	+5,7
Торфяные маломощная	7,33/36,6	5,33/26,3	–0,38	–10,3	26,0	–0,3
Торфяные среднемощные	7,06/34,7	4,00/19,8	–0,60	–16,2	18,5	–1,3
Торфяные мощные	3,60/17,8	0,53/2,6	–0,38	–10,2	0	–2,6

Таблица 5

Сводные результаты прогнозирования изменения осушенных ПТК (стационар “Полесье”)

Почвенные разновидности	Исходные данные, га/%	Прогноз, %			Среднее, %	По мониторингу, %	Различия (+, –) среднего с мониторингом, %	Различия оптимального варианта (первого) с мониторингом, %
		по первому варианту	по второму варианту	по третьему варианту				
Антропогенные	0,53/2,6	29,8	20,2	28,3	26,1	29,7	–3,6	–0,1
Торфянисто- глееватые	0,8/4,0	11,8	14,8	17,0	14,5	8,5	+6,0	+3,3
Торфяно-глеевые	2,26/11,2	18,8	29,2	17,2	21,7	13,1	+8,6	+5,7
Торфяные маломощные	7,33/36,3	26,0	30,7	20,7	25,8	26,3	–0,5	–0,3
Торфяные среднемощные	7,06/34,7	18,5	5,1	5,0	9,5	19,8	–10,3	–1,3
Торфяные мощные	3,6/17,8	0	0	0	0	2,6	–2,6	–2,6

По колхозу “Корнадзь” составлена карта ПТК на 1997 г. На основании анализа почвенной карты выделены контуры ПТК по СПП, характерным сочетаниям почв в соответствии с классификационным списком ПТК. Выделенные контуры по рельефу на топокартах совмещались с контурами по СПП. На основании увязки и уточнения этих выделов (контуров) определялись и выводились контуры ПТК. В полевых условиях контуры сверялись на местности, уточнялись. После этого составлялся чистовой вариант карты ПТК.

На территории колхоза выделено 11 ПТК из 19, определенных для условий Полесья. Более крупные контуры (150...500 га) в тех ПТК, которые наиболее распространены, имеют большую общую площадь (ПТК 15, общая площадь 1 795 га, ПТК 5, общая площадь 1 080 га). На основании откорректированной почвенной карты 1997 г. составлена с учетом рельефа карта ПТК на текущий год. Для прогнозирования изменения осушенных ПТК колхоза “Корнадзь” составлена карта ПТК. По разновременным картам подсчитаны площади почвенных разновидностей и выделенных классификационных единиц ПТК (табл. 6, рис. 5).

Сопоставление карт и табличного материала убедительно доказывает значительные изменения почв и ПТК в будущем. На карте 1997 г. ПТК с полностью заторфованной поверхностью (номера 5...10) занимали 37,0 % площади, причем в них преобладали маломощные торфяные почвы с мощностью торфа менее 1 м. Частично заторфованные ПТК с сочетанием маломощных торфяных с дерновыми заболоченными и антропогенными постторфяными почвами (номера 11...15) составляли 10,5 %. ПТК с минеральными песчаными почвами занимали 52,5 %, т. е. были преобладающими в колхозе. Следует отметить, что 86 % из них в прошлом были заторфованы.

На прогнозной карте 2015 г. по сравнению с 1997 г. выделено только 5 ПТК. Исчезнут полностью заторфованные маломощным торфом ПТК, занимавшие 37,0 %. Все выделенные на прогнозной карте ПТК низкопродуктивные, незаторфованные, а ПТК частично заторфованные — с маломощными торфяными и минеральными почвами будут составлять всего 14,3 %. Произойдет резкая трансформация ПТК, сдвиг их в сторону автоморфных, бедных органикой. Сопоставление площадей низкопродуктивных ПТК (номера 14...19), которые были выделены на исходной карте и занимали 47,4 %, показало, что на прогнозной карте они занимают площадь всего хозяйства (100 %).

Прогнозные карты почв и ПТК на 2015 г. показывают деградационную направленность их изменений, резкое снижение продуктивности. Расчетно-картографическим методом прогнозируется полное исчезновение различных по мощности торфяных почв и полная сработка и исчезновение торфа на примере многих стационарных площадок. Необходимо принятие срочных мер по торможению деградационных процессов.

Итак, можно заключить следующее:

1. Осушенные болотные и заболоченные ландшафты подвержены закономерным изменениям — эволюции и деградации в связи с понижением уровня грунтовых вод, нарушением их структуры и функционирования, сведением естественной растительности и заменой ее простыми агроценозами, с распашкой, рыхлением почв.

2. Поскольку площадь, занимаемая осушенными ландшафтами, составляет более 3,2 млн га (15 % площади Беларуси, более 30 % площади сельхозугодий), необходимо проводить тщательное всестороннее их изучение, включая мониторинговые исследования, прогнозирование состояния на ближнюю и дальнюю перспективы для принятия срочных мер по торможению негативных изменений.

3. Наиболее важные информационные компоненты ландшафтов и показатели, отображающие состояние и изменения осушенных ландшафтов, — структура почвенного покрова, почвы и их морфология, водно-физические свойства, органическое вещество, его состав, сработка торфа, рельеф, его изменение и др. [1, 9].

4. Результаты многолетних мониторинговых исследований, установленные на их основании закономерности функционирования и изменения осушенных ландшафтов и их компонентов, составили теоретическую основу для разработки методов прогнозирования изменения осушенных ландшафтов. Важная предпосылка прогнозирования ландшафтов — разработка методов прогнозирования изменения таких важных компонентов ландшафта, как почвы, СПП и рельеф.

Таблица 6

Прогнозируемое изменение осушенных ПТК колхоза “Корнадзь”

Номер ПТК	Характеристика	Площадь в 1997 г.		Прогноз площади на 2015 г.	
		га	%	га	%
5	Низкие плосковолнистые с западинами, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, со среднемошными и маломощными торфяными почвами, трансформирующимися в минеральные через 20...100 лет	1 080,3	27,3	—	—
7	Низкие плосковолнистые с редкими буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с маломощными торфяными, торфяно- и торфянисто-глеевыми почвами, трансформирующимися в минеральные через 5...10 лет	365,5	9,2	—	—
10	Повышенные волнистые с западинами и минеральными буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с маломощными торфяными, торфяно- и торфянисто-глеевыми почвами в сочетании с дерново-заболоченными, трансформирующимися в минеральные через 5...10 лет	19,1	0,5	—	—
11	Повышенные и высокие с западинами и минеральными буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с маломощными торфяными, торфяно- и торфянисто-глеевыми в сочетании с дерново-заболоченными и дерново-подзолистыми заболоченными почвами, трансформирующимися в минеральные через 5...50 лет	146,2	3,8	—	—
12	Повышенные плоско-бугристые с редкими западинами, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с торфяно- и торфянисто-глеевыми почвами в сочетании с дерновыми заболоченными, трансформирующимися в минеральные через 5...25 лет	71,5	1,8	—	—
14	Повышенные волнистые с западинами и буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, сильноизмененные, с антропогенными минеральными оторфованными почвами, образовавшимися после сработки торфа в сочетании с торфянисто- и торфяно-глеевыми, быстро трансформирующимися в минеральные	190,6	4,9	561,4	14,3
15	Повышенные плоские, подверженные эрозии, сработке органического вещества и деградации, сильноизмененные, с антропогенными минеральными почвами, образовавшимися после сработки торфа, быстро трансформирующимися	1 795,3	45,3	2 000,9	51,0
16	Повышенные выровненные, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерново-заболоченными почвами, изменяющимися в направлении к дерново-подзолистым	15,9	0,4	—	—
17	Повышенные и высокие волнистые с минеральными буграми, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерновыми заболоченными и дерново-подзолистыми почвами, изменяющимися в направлении к дерново-подзолистым	15,9	0,4	969,2	24,7
18	Высокие плоские, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерново-подзолистыми заболоченными заболоченными почвами, изменяющимися в направлении к дерново-подзолистым	79,4	2,8	143,9	3,7
19	Высокие волнистые с буграми, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерново-заболоченными почвами в сочетании с дерново-подзолистыми, изменяющимися в направлении иссушения почв	142,9	3,6	247,2	6,3

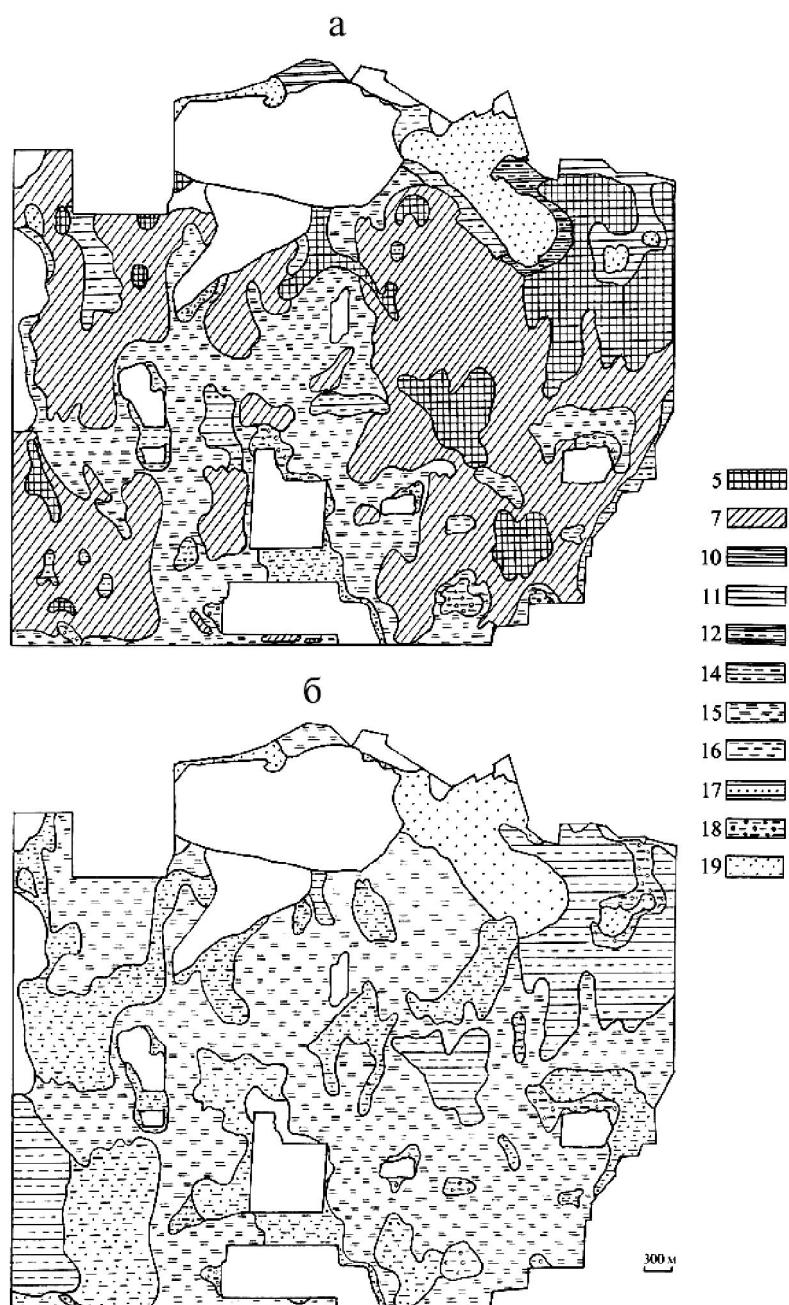


Рис. 5. Карты осушенных природных территориальных комплексов колхоза “Корнадзь”:
а — 1997 г.; б — прогноз на 2015 г.

Характеристику ПТК соответствующего номера см. в табл. 6

5. Непосредственно для прогнозирования осушенных ландшафтов проанализированы результаты изменения почв и СПП по 15 стационарам в различных ландшафтах с длительными рядами мониторинговых исследований и вычислены коэффициенты изменения площади почвенных разновидностей: 1) по площади ПТК; 2) по площади почвенной разновидности; 3) по площади двух смежных почвенных разновидностей. Выведены средние коэффициенты изменения площадей осушенных почвенных разновидностей. Средние величины коэффициентов от площади ПТК имеют величины от +1,0 % до –0,6 %. Знаки (+, –) показывают на увеличение или уменьшение площади почвенной разновидности.

6. Для прогнозирования изменения почвенных разновидностей и СПП в ПТК рекомендуется расчетный коэффициент K_1 , определяемый как усредненный процент изменения (+, –) площади почвенной разновидности относительно площади ПТК, показавший высокую достоверность при апробационном прогнозировании на стационарах.

7. Разработаны следующие методы прогнозирования осушенных ПТК (ландшафтов):

расчетно-картографический метод с составлением прогнозных карт почв и ПТК. Такое прогнозирование очень трудоемкое, требует наличия исходных почвенных карт с начальной информацией и описанием разрезов и прикопок почв, данных по водно-физическим и физико-химическим свойствам. Этот метод предлагается использовать для прогноза отдельных ПТК, стационаров, ключевых участков, отдельных хозяйств и мелиоративных объектов;

расчетный метод. Основан на расчете изменения площадей почв и рельефа по формулам для прогнозирования изменения ПТК. Этот метод рекомендуется для прогнозирования изменения ПТК хозяйств, районов, областей и в целом по республике;

метод ландшафтных аналогов по результатам мониторинговых исследований с длинными рядами наблюдений. Рекомендуется использовать для отдельных ПТК, стационаров с близкими исходными почвенно-ландшафтными условиями;

метод экспертных оценок. Рекомендуется для проведения общих прогнозных оценок. Важную роль в достоверности прогнозной оценки играют изученность объекта прогнозирования, наличие мониторинговых исследований. Особенно важен подбор компетентных экспертов.

8. Мониторинговые исследования и прогноз осушенных ландшафтов на близкую и далекую перспективу показывают, что происходят деградация осушенных ландшафтов и почв, потеря органического вещества как важнейшего показателя продуктивности, ухудшение водных свойств и эволюция в направлении незаболоченных элювиальных ландшафтов, постепенное изменение свойств аккумулятивных ландшафтов.

По прогнозу на 2015 г. (колхоз “Корнядзь” — мелиоративный объект “Верховье р. Ясельды”) будет происходить резкая трансформация ПТК. На исходной карте 1997 г. выделено 11 ПТК, на прогнозной карте — всего лишь 5 ПТК. Все они относятся к низкопродуктивным и будут составлять 100 % территории хозяйства, в то время как в 1997 г. они составляли 47,4 %.

На первом этапе после осушения происходит увеличение сложности структуры ландшафтов. Впоследствии, с появлением сработанных торфяных почв, их разнообразие сокращается. Происходит упрощение структуры осушенных ландшафтов, ухудшается продуктивность, наблюдаются процессы опустынивания, включающие усиление ветровой эрозии, вынос химических компонентов, загрязнение почвенно-грунтовых и поверхностных вод.

Современная система земледелия на осушенных ПТК, не обеспечивающая сохранение и повышение их продуктивности, экологически и экономически не оправдана.

Список литературы

1. Аношко В. С., Зайко С. М., Вашкевич Л. Ф., Горблюк А. В. Методические указания по ведению мониторинга осушенных земель в Республике Беларусь. — Мн., 1996. — 53 с.
2. Аношко В. С., Трофимов А. М., Широков В. М. Основы географического прогнозирования. — Мн., Высшая школа, 1985. — 239 с.
3. Арманд А. Д. Самоорганизация и саморегулирование геосистем. — М., 1988. — 261 с.
4. Дьяконов К. Н. Прогнозирование по аналогии (о влиянии проектируемых гидротехнических сооружений на природную среду)//Вестник МГУ. Сер. геогр. 1979. № 1. — С. 24—41.
5. Емельянов А. Г. Теоретические основы комплексного физико-географического прогнозирования. — Калинин, 1982. — 84 с.
6. Емельянов А. Г. Подход к прогнозированию изменений природных комплексов под влиянием мелиоративных сооружений//Воздействие хозяйственной деятельности на изменение природных комплексов. — Калинин: Калинин. гос. ун-т, 1984. — С. 8—18.
7. Зайко С. М. Прогноз и последствия изменения осушенных торфяных почв//Проблемы теории и практики осушительной мелиорации. — Мн., 1996. — С. 104—108.
8. Зайко С. М., Вашкевич Л. Ф. Прогноз изменения почвенного покрова мелиорированных территорий//Проблемы землепользования на современном этапе перестройки. Вып. 3. — Киев: Наукова думка, 1989. — С. 152—156.
9. Зайко С. М., Вашкевич Л. Ф., Свирновский Л. Я. и др. Эволюция почв мелиорируемых территорий Беларуси. — Мн.: Ураджай, 1990. — 285 с.
10. Звонкова Т. В. Принципы и методы регионального географического прогнозирования//Вестник МГУ. Сер. геогр. 1972. № 4. — С. 19—25.
11. Звонкова Т. В. Региональный прогноз изменений природной среды и территориальных ресурсов//Природа, техника, человек (проблемы конструктивной географии). — М.: Наука, 1978. — С. 21—28.

12. Исаченко А. Г., Попов Б. А. Сущность и содержание ландшафтно-географического прогнозирования // Динамика ландшафтов равнинных и горных стран. — Л.: ЛГУ, 1982. — С. 3 — 21.
13. Мильков Ф. М. Человек и ландшафты. — М.: Мысль, 1973. — 323 с.
14. Николаев В. А. Ландшафтоведение в земледелии // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов. — М. — СПб., 1997. — С. 209 — 210.
15. Саушкин Ю. Г. История и методология географической науки. — М.: МГУ, 1976. — 424 с.
16. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.

Белорусский государственный университет

В. С. Аношка, С. М. Зайко, Л. Ф. Вашкевич, С. С. Бачыла

МЕТАДЫ ГЕАГРАФІЧНАГА ПРАГНАЗАВАННЯ ЗМЯНЕННЯ АСУШАНЫХ ГЛЕБАЎ І ЛАНДШАФТАЎ

У артыкуле прааналізаваны тэарэтычныя асновы і метады прагназавання змянення асушаных ландшафтаў, асновай для распрацоўкі якіх сталі шматгадовыя маніторынгавыя даследаванні і вялікі досвед прагназавання змяненняў асушаных ландшафтаў і іх кампанентаў. Таксама былі вылічаны сярэднія каэфіцыенты змянення асноўных разнавіднасцяў асушаных глеб: антрапагенных мінеральных посттарфяных, тарфяніста-глеевых (слой торфу менш 0,3 м), тарфяна-глеевых (слой торфу 0,3...0,5 м), тарфяных з малым слоём торфу (0,5...1,0 м), тарфяных з сярэднім слоём торфу (1,0...2,0 м), тарфяных магутных (слой торфу больш 2,0 м). Каэфіцыент змянення плошчы асушаных глебаў K_1 мае сярэднія велічыні ад $-0,4$ да $1,0$. Антрапагенныя мінеральныя посттарфяныя глебы характарызуюцца дадатнымі велічынямі каэфіцыента, а тарфяныя са слоём торфу больш 0,5 м — адмоўнымі і іх плошчы змяншаюцца.

Прыведзены формулы для разліку каэфіцыентаў змянення глебаў і формула для разліку плошчаў глебавых разнавіднасцяў і тэрытарыяльнай структуры глебаў ландшафтаў. Разліковы метады прагназавання асушаных ландшафтаў, правяраны на стацыянары з шматгадовымі даследаваннямі, паказваю высокую дакладнасць прагназавання прыродных тэрытарыяльных комплексаў (ПТК). Прыведзены вынікі распрацоўкі прагнозу змены ПТК калгаса “Корнадзь” з прагнознай картай на 2015 г.

Прагназаванне змяненняў асушаных ПТК паказвае, што ў сувязі са знікненнем торфу будуць больш рэзка адбывацца дэградацыя ландшафтаў і змяншэнне іх прадукцыйнасці, палепшацца экалагічныя абставіны.

W. S. Anoshko, S. M. Zajko, L. F. Vashkevich, S. S. Bachyla

METHODS OF GEOGRAPHIC FORECAST OF DRAINED LANDSCAPE AND SOILS CHANGES

Methods of the forecast of drained landscape changes have been proposed. Results of the monitoring for many years and determination of main regularities in the change of landscape and soil along with large experience of the forecast of drained soil relief and other landscape compositions were taken as a basis for these methods. Average coefficients of changes of drained soils were calculated: mineral and antropogenic mineral postpeat soils, drained peat-gley (T more 0,3 m), peat-gley (T — 0,3...0,5 m), small depth of peat (T — 1,0...2,0 m), peat large depth of peat (T more 2,0 m). Values of coefficients are changing from $(+1,0)$ to $(-4,0)$. The positive coefficient (with +) is common for antropogenic mineral postpeat and peat soils with a peat layer up to 0,5 m. Their areas increased. Peat soils with a peat layer more then 0,5 m have negative coefficients of changing. Their areas decreased. The formulas of calculation of coefficients of soil changes and for forecasting of soil types are given. The forecast of changing of drained NTC was worked out in the farm “Kornadz” (with the area more then 3 000 ha). The map for 1997 and the prognostic map for 2 015 were compiled. All prognostic NTC will be having law productivity. In 1997 they occupied sufficiently less area — 47 %. The forecast shows that degradation of drained landscapes will be more abrupt due to the decrease of peat layer.