

УДК 631.416.1:631.445

**МОДЕЛИ ПРОГНОЗА ТРАНСФОРМАЦИИ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА АЗОТА  
ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ**

**Н.Н.Семененко**, доктор сельскохозяйственных наук

**Е.В.Каранкевич**, аспирант

РУП «Институт мелиорации»

*Ключевые слова:* агроторфяные почвы, осушение, трансформация, фракционный состав

**Введение**

Перед земледелием Беларуси стоит задача – существенно повысить эффективность использования земли, удобрений и других средств интенсификации производства, снизить себестоимость растениеводческой продукции. В то же время при ведении земледелия на торфяных почвах одна из важнейших проблем – продлить их эффективное функционирование, снизить интенсивность минерализации органического вещества и сохранить плодородие на более длительный срок.

Для более рационального использования торфяных почв, сохранения и повышения их плодородия необходимо знать закономерности развития и тенденции трансформации их свойств под влиянием антропогенных факторов, уметь воздействовать на эти изменения. Учет состояния генетического потенциала почв конкретного поля позволяет существенно снизить удельные затраты на получение растениеводческой продукции, сохранить и/или повысить их плодородие. Решение этой задачи особенно актуально при ведении земледелия на антропогенно-преобразованных торфяных почвенных комплексах Полесья, 90 % которых подстилаются песками.

После осушения и в результате сельскохозяйственного использования в торфяных почвах за счет их уплотнения, минерализации органического вещества и эрозии уменьшается мощность торфяного слоя, изменяются генетические свойства. Процесс трансформации этих почв протекает постоянно. По мере «сработки» торфяного слоя его мощность в почвенном профиле уменьшается, а затем начинает припахиваться торф подпахотного слоя. В результате дальнейшей минерализации и сельскохозяйственного использования мощность торфяного слоя становится меньше мощности пахотного и начинает вовлекаться в оборот (путем припашки) подстилающая минеральная порода. На месте торфяных начинают формироваться почвы торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфяные и минеральные постторфяные [1-8]. В связи с этими процессами за последние 40-50 лет использования торфяных почв Беларуси произошла существенная трансформация их фонда. В настоящее время из 901 тыс. га бывших торфяных, используемых в сельском хозяйстве, образовалось около 200 тыс. га органоминеральных почв

разной степени эволюции [9]. По прогнозу, в перспективе площади этих почв могут достигнуть 350 тыс. га и более [1,2,4 и др.]. Проведенные в Институте мелиорации исследования показывают [2,10,11 и др.], что генетический потенциал антропогенно-преобразованных торфяных почв в настоящее время реализуется недостаточно. Происходит это из-за неполного учета особенностей этих почв, прежде всего, при размещении посевов сельскохозяйственных культур в полях севооборотов и применении удобрений.

Анализ литературных источников показывает [1-8,12-14], что по мере «сработки» торфа, наряду с трансформацией морфологического строения почвенного профиля торфяных почв, также существенно снижается содержание в них органического вещества, изменяется состав, ухудшаются водно-физические, химические и биологические свойства, плодородие и производительная способность [15]. В ряде литературных источников [2,16,17 и др.] показано влияние приемов антропогенного воздействия на азотный режим торфяных почв. Однако результатов исследований, посвященных установлению закономерностей трансформации фракционного состава азота, важнейшего участника почвообразовательного процесса торфяных почв и источника питания растений, от минерализации и снижения содержания органического вещества в торфяных почвах, что имеет важное значение для прогноза трансформации плодородия этих почв разной стадии эволюции, пока не обнаружено. Такие данные могут быть наиболее объективным показателем при оценке факторов, способствующих снижению плодородия торфяных почв и разработке рекомендаций по более эффективному их использованию в земледелии и при применении удобрений. Эти показатели также могут служить одним из диагностических признаков при идентификации торфяных почв разных стадий эволюции при проведении почвенных исследований.

**Цель исследования:** разработать модели прогноза содержания фракций азота в почве при изменении содержания в них органического вещества и ориентировочные диагностические критерии фракционного состава азота торфяных почв разных стадий эволюции.

#### **Объекты и методы проведения исследований**

Для выполнения поставленных целей и задач важно, чтобы объекты исследования находились в одном природном массиве (однородный ботанический состав торфа и грунтовых вод, подстилающая порода и др.). Методической основой проводимых исследований служит системный подход, сущность которого состоит в том, что изучаются не изолированные почвенные образования, а целый ряд почв, сформировавшихся в идентичных условиях. Для проведения наших исследований на болотном массиве «Хольче» Лунинецкого района Брестской области площадью более 25 тыс. га на землях ПОСМЗиЛ НАН Беларуси подобраны участки: неосушенный (заповедник) с мощностью торфа 75-85 см и осушенные бывшие маломощные торфяники, на месте которых в результате использования под пашней в течение почти 50 лет образовались комплексы с торфяными,

торфяно-минеральными, минеральными остаточнo-торфяными и минеральными постторфяными почвами с различным содержанием органического вещества. Исходное состояние мощности торфа этих почв в 1956 г. до осушения составляло 65-85 см, т.е. было аналогичным с заповедником. Важно, что в течение 50 лет на этих почвах применялась одинаковая система земледелия: культуры, обработка почвы, система удобрений и др. Объектами исследований также являются участки старопахотной (50 лет в культуре) агроторфяной почвы, исходное состояние их оценивалось как среднемощный торфяник. Все почвы подстилаются песком. Ботанический состав торфа – преимущественно осоковый. Подобранные объекты исследований, включающие в общей сложности 18 почвенных разновидностей, охватывают широкий спектр агроторфяных почв, содержание органического вещества (ОВ) в которых колеблется от 84,6 до 4,8 %. На объектах исследований отобрано 45 смешанных почвенных проб. Для достижения удовлетворительной представительности смешанной пробы каждая из них составлялась из 5 индивидуальных. Для более объективной оценки влияния антропогенного воздействия на трансформацию агроторфяных почв пробы отбирались из двух слоев – 0-20 и 21-40 см. Все анализы по определению фракционного состава почв выполнялись в трехкратной повторности после мокрого озоления (Гинзбург и др., 1971). При выполнении аналитических работ за основу взяты известные методические подходы [18] определения фракционного состава азота в нашей модификации для торфяных почв и фотометрическим окончанием анализа. Методики находятся в стадии публикации, а также использовались и разработанные авторами статьи методы [11]. Корреляционно-регрессионный анализ полученных результатов исследований проводили с использованием компьютерной программы Excel.

#### ***Результаты исследований и их обсуждение***

Представленные в табл. 1 результаты исследований показывают, что торфяные почвы разной стадии эволюции (название почвам дано в соответствии с существующей классификацией) значительно различаются по содержанию в них органического вещества, содержанию общего азота и его органических и минеральных соединений как в слое 0-20 см, так и в слое 21-40 см. Содержание общего азота в слое 0-20 см колеблется в пределах от 38,4 г/кг (почва торфяная неосушенная); 35,8 г/кг (почва агроторфяная, бывшая среднемощная); до 33,1 г/кг (почва агроторфяная, бывшая маломощная); 19,1 (торфяно-минеральная); 8,2 (минеральная остаточнo-торфяная) и 1,6 г/кг (почва минеральная постторфяная). В торфяных почвах разной стадии трансформации существенно различается содержание как органических негидролизующихся – от 32,3 до 0,8; трудногидролизующихся – от 4,5 до 0,6; легкогидролизующихся – 1,3 до 0,1 г/кг почвы, так и минеральных соединений – от 170 до 38 мг/кг почвы. Следует обратить внимание на тот факт, что в торфяных почвах зоны Полесья в сумме минерального азота доля нитратных соединений составляет 61-78 %. Фракционный состав азота минеральных постторфяных почв

Таблица 1 – Фракционный состав азота торфяных почв различных стадий эволюции

Объект. Почва	Выборка	ОВ, %	Соединения азота, мг/кг									
			№общ	органические			легкогидролизуемые	всего	минеральные			
				негидролизуемые	трудногидролизуемые	аммонийные			в том числе нитратные			
Слой 0-20 см												
Торфяная неосушенная, заповедник	3	83,7	38382	32302	4550	1360	170	38	132			
Агроторфяная	15	81,9	36645	30498	4662	1302	181	43	138			
Агроторфяная	6	67,1	33134	27389	4324	1285	136	35	101			
Агроторфяно-минеральная	3	39,8	19082	13930	3809	1243	98	16	82			
Минеральная остаточно-торфяная, пашня	3	19,7	8249	5809	1831	546	63	14	49			
То же	3	15,1	7172	4895	1733	490	54	15	39			
«	3	10,8	5887	3981	1411	451	44	7	37			
Минеральная постторфяная, пашня	3	4,8	2310	1076	1048	161	24	11	13			
Дерново-подзолистая супесчаная	3	2,7	2300	1452	658	143	47	35	12			
Слой 21-40 см												
Торфяная неосушенная, заповедник	3	88,5	34098	29315	3682	926	175	27	148			
Агроторфяная	15	81,0	34326	27687	5226	1220	193	62	131			
Агроторфяная	6	52,6	23267	17779	4174	1201	113	30	83			
Агроторфяно-минеральная	3	50,8	26723	21442	3923	1262	116	26	90			
Минеральная остаточно-торфяная, пашня	3	19,3	9139	5778	2802	510	49	10	39			
То же	3	12,9	5671	3619	1498	503	51	13	38			
«	3	11,2	3936	1961	1503	427	45	9	36			
Минеральная постторфяная, пашня	3	4,4	740	333	303	81	23	9	14			

**Таблица 2 – Модели прогноза фракционного состава азота торфяных почв разных стадий эволюции**

Соединения азота	Модели прогноза содержания фракций состава азота (y) от содержания органического вещества (x=2,5-87,5%)	
	слой 0 - 20 см	слой 21 - 40 см
Общий	$y = 447,08x + 665$	$y = 403,14x + 1199$
Негидролизующие	$y = 401,75x - 626$	$y = 352,19x + 157$
Трудногидролизующие	$y = 43,024x + 1224$	$y = 48,722x + 1332$
Легкогидролизующие	$y = 12,2x + 364$	$y = 9,7266x + 439$
Минеральный	$y = 1,8604x + 23$	$y = 2,0765x + 16$
Аммонийный	$y = 0,4532x + 4$	$y = 0,516x + 3$
Нитратный	$y = 1,4084x + 19$	$y = 1,4277x + 15$

**Таблица 3 – Ориентировочные диагностические признаки фракционного состава азота торфя-**

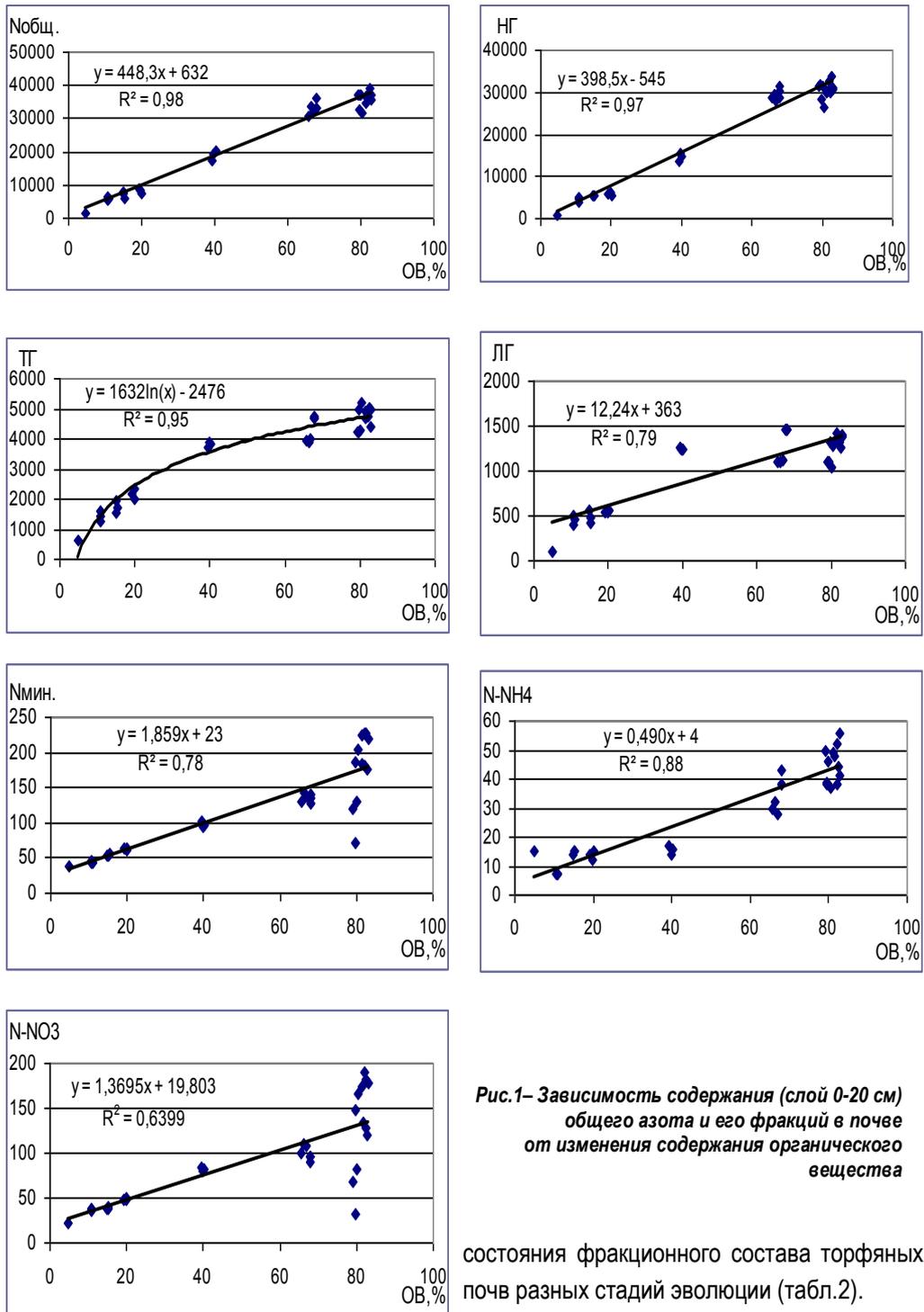
Почвы	Содержание в сухой массе, г/кг почвы				
	Нощ.	в том числе			
		негидролизующие	трудногидролизующие	легкогидролизующие	минеральные
Агроторфяные (ОВ более 50,1, %)	23,1-39,8	19,51-34,5	3,41-5,0	1,1-1,5	0,121-0,20
Агроторфяно-минеральные (ОВ 50,0 – 20,1, %)	9,7-23,0	7,41-19,5	2,1-3,4	0,61-1,0	0,061-0,12
Минеральные остаточноторфяные (ОВ 20,0 – 5,1, %)	3,0-9,6	1,51-7,4	1,41-2,0	0,41-0,6	0,031-0,06
Минеральные постторфяные (ОВ менее 5%)	1,8-2,9	0,4-1,5	1,0-1,4	0,1-0,4	0,02-0,03

приближается к составу азота зональных дерново-подзолистых почв.

Из данных, представленных в табл.1, также видно, что в процесс трансформации соединений азота торфяных почв активно вовлекается и слой почвы 21-40 см. По всем почвам со снижением содержания в них ОВ уменьшается также и содержание всех фракций азота. Результаты корреляционно-регрессионного анализа полученных результатов показывают, что между содержанием органического вещества, общим азотом и его фракциями, как правило, существует тесная корреляционная зависимость, описываемая соответствующими уравнениями регрессии ( $R^2 = 0,64-0,98$  для минеральных и  $0,79-0,97$  – для органических соединений), рис. 1.

Из приведенных на рисунках данных видно, что наибольший разброс содержания минеральных соединений, особенно нитратного азота, отмечается в почвах с высоким содержанием органического вещества (>70 %). Это указывает на то, что эти почвы были заняты разными культурами и различались нитрификационным процессом. Более тесная связь соединений азота, прежде всего нитратной формы, с содержанием органического вещества в почве, отмечается для слоя почвы 21-40 см ( $R^2 = 0,83-0,96$ ; рис. 2).

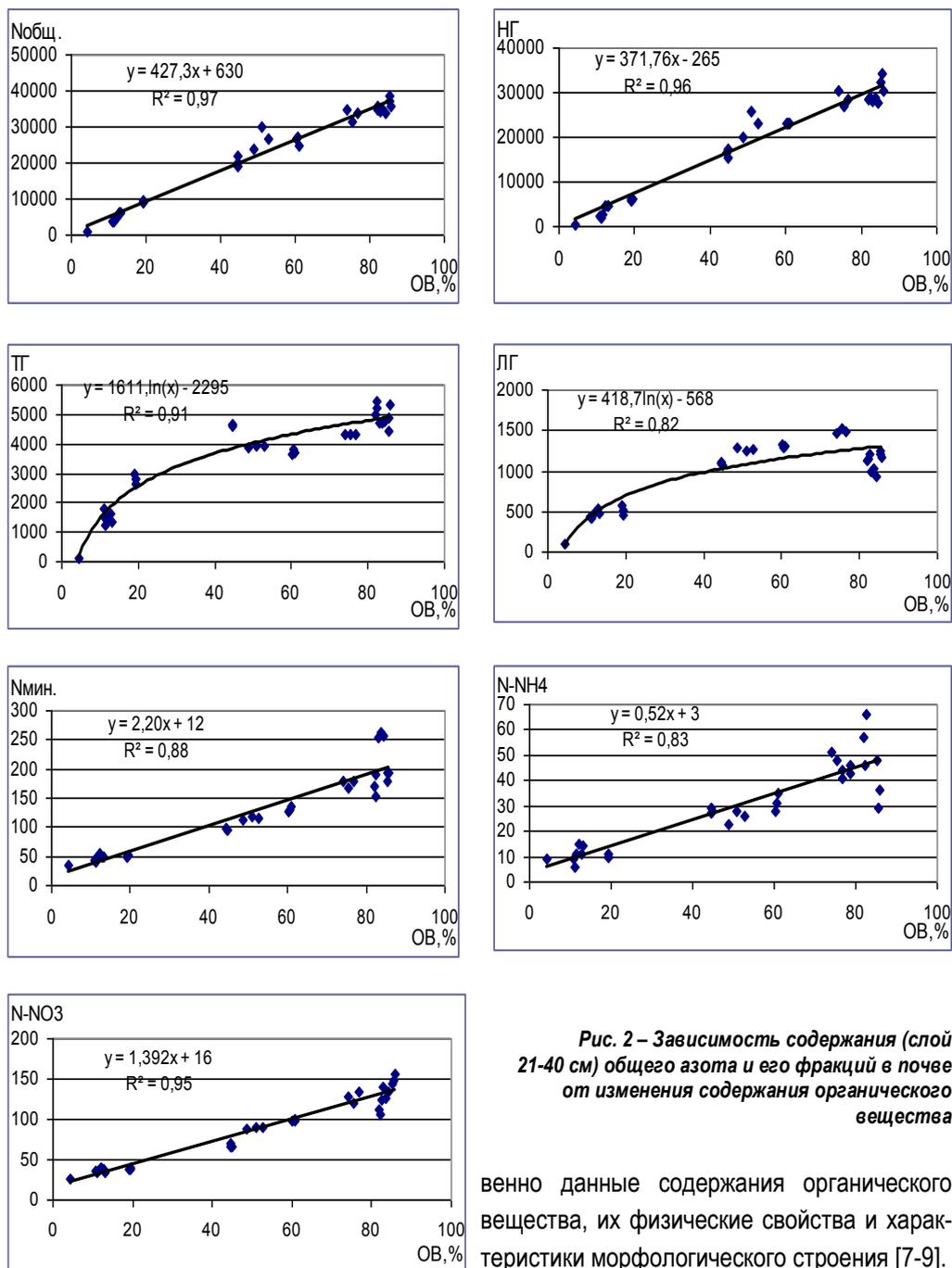
На основании полученных зависимостей изменения показателей фракционного состава почвы от содержания в ней ОВ разработаны модели прогноза трансформации и



**Рис.1– Зависимость содержания (слой 0-20 см) общего азота и его фракций в почве от изменения содержания органического вещества**

состояния фракционного состава торфяных почв разных стадий эволюции (табл.2).

В настоящее время при почвенных исследованиях антропогенно-преобразованных торфяных почв используют преимущест-



**Рис. 2 – Зависимость содержания (слой 21-40 см) общего азота и его фракций в почве от изменения содержания органического вещества**

венно данные содержания органического вещества, их физические свойства и характеристики морфологического строения [7-9].

По нашему мнению, для более точной идентификации торфяных почв различных стадий эволюции целесообразно имеющиеся диагностические признаки этих почв дополнить данными фракционного состава азота. На основании приведенных и дополнительных результатов исследований рассчитаны в

соответствии с существующей классификацией [9] ориентировочные диагностические критерии фракционного состава азота торфяных почв разных стадий эволюции для слоя 0-20 см (табл.3).

### **Выводы**

1. В результате осушения и длительного (50 лет) сельскохозяйственного использования на месте бывших торфяников образуются торфяно-минеральные почвенные комплексы, существенно различающиеся показателями содержания органического вещества, мощностью органогенного слоя, количественного и качественного состава фракций азота.

2. В зависимости от стадии эволюции в слое 0-20 см почвы содержание общего азота изменяется от 38,4 (почвы торфяные неосушенные) до 2,3 (почвы минеральные постторфяные); негидролизующих соединений – от 32,3 до 0,8; трудногидролизующих – от 4,5 до 0,6; легкогидролизующих – от 1,3 до 0,1 г/кг почвы и минеральных соединений – от 170 до 38 мг/кг почвы. В торфяных почвах зоны Полесья в сумме минерального азота нитратные соединения составляют 61-78 %. На содержание общего азота и его фракций первостепенное влияние оказывает содержание в почве органического вещества. Между этими показателями установлена тесная связь ( $R^2 = 0,64-0,97$ ), описываемая соответствующими уравнениями регрессии.

3. На основании установленных закономерностей трансформации фракционного состава азота от содержания органического вещества в почвах разработаны модели прогноза содержания фракций азота в почве при изменениях содержания в них органического вещества и ориентировочные диагностические критерии фракционного состава азота торфяных почв разных стадий эволюции, которые можно использовать при проведении почвенных исследований.

### **Литература**

1. Бамбалов, Н.Н. Роль болот в биосфере / Н.Н. Бамбалов, В.А. Ракович. – Минск: Бел. наука, 2005. – 285 с.
2. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В.И. Белковский и [др.]. – Минск: Хата, 2002. – 281 с.
3. Зайко, С.М. Эволюция почв мелиорируемых территорий / С.М.[и др.]; под ред.С.М. Зайко, В.С. Аношко. – Минск: Университетское, 1990. – 288 с.
4. Зайко, С.М. Прогноз изменения осушенных торфяно-болотных почв республики / С.М. Зайко, П.Ф. Вашкевич, А.В. Горблюк // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации: докл. междунар. конф. – Минск, 2001. – С. 104-107.
5. Зайко, С.М. Изменение морфологии и водно-физических свойств осушенных торфяных почв / С.М. Зайко, П.Ф. Вашкевич // Почвенные исследования и применение удобрений: сб. науч. тр. / Белорус. НИИ почвоведения. – Минск, 2001. – Вып. 26. – С.45–57.
6. Методические указания по полевому исследованию и картографированию антропогенно-преобразованных почв Беларуси. – Минск, 2001. – 19 с.
7. Смян, Н.Н. Трансформация торфяно-болотных почв юго-западной части Республики Бела-

- реть под влиянием осушения и длительного сельскохозяйственного использования (на примере Брестской области) / Н.Н. Смян [и др.] // Известия Нац. акад. наук Беларуси. Сер. аграр. наук. – 2000. – №3. – С. 54-57.
8. Цытрон, Г.С. Антропогенно-преобразованные почвы Беларуси / Г.С. Цытрон. – Минск, 2004. – 124 с.
  9. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / Комитет по земельным ресурсам, геодезии и картографии. – Минск, 2001. – 182 с.
  10. Адаптивные системы земледелия в Беларуси / Антонюк В.С. [и др.]; под ред. А.А. Попкова. – Минск, 2001. – 308 с.
  11. Семеновко, Н.Н. Методы определения содержания доступных растениям соединений азота, фосфора и калия в деградированных торфяных почвах / Н.Н. Семеновко, В.А. Журавлев. – Минск, 2005. – 24 с.
  12. Лупинович, И.С. Торфяно-болотные почвы БССР и их плодородие / И.С. Лупинович, Т.Ф. Голуб. – Минск: Изд-во АН БССР, 1958. – 315 с.
  13. Слагада, Р.Г. Изменение физических свойств и состава торфяных почв в процессе их сельскохозяйственного использования / Р.Г. Слагада // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №1 (53). – С. 119-127.
  14. Усачева, Л.Н. Оценка степени деградации осушенных торфяных почв по биологическому критерию / Л.Н. Усачева, Н.В. Шорох // Мелиорация переувлажненных земель. – 2006. – №1 (55). – С. 119-129.
  15. Внутрихозяйственная качественная оценка (бонитировка) почв Республики Беларусь по их пригодности для возделывания основных сельскохозяйственных культур: методические указания. – Минск, 1998. – 25 с.
  16. Мееровский, А.С. Азотный режим окультуренных торфяно-болотных почвах / А.С. Мееровский // Проблема азота и урожая на Полесье. – Киев: Урожай, 1967. – С. 106-112.
  17. Царенко, В.П. Азот в торфяных почвах и его трансформация: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / В.П. Царенко. – СПб, 1992. – 38 с.
  18. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

### **Summary**

***Semenenko N.N., Karankevich E.V.***

#### ***PROGNOSIS MODELS OF THE TRANSFORMATION OF THE NITROGEN FRACTION COMPOSITION IN PEAT SOILS OF POLESYE UNDER THE INFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC FACTORS***

It was established that after drainage and agricultural long-term application of peat soils (for about 50 years) there appear mineral peat soil complexes that differ significantly in terms of quantitative and qualitative nitrogen fraction composition. The models of prediction of nitrogen fractions content in soil when changing the amount of organic matters in it and the approximate diagnostic criteria of the nitrogen fraction composition in peat soils on different stages of evolution (that can be used in various soil studies) are represented in the article.

*Поступила 30 декабря 2010 г.*