

**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ
ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ**

**по результатам
регионального конкурса РФФИ**

2006 года



УДК 001.81
ББК 72

Редакционная коллегия:

Н.С. Шерстнева, кандидат юридических наук, профессор

Е.А. Фирсова, доктор экономических наук, профессор

А.Т. Левитин, кандидат технических наук, профессор

Сборник научных статей по материалам научно-практической конференции «Современные проблемы развития фундаментальной науки: по результатам регионального конкурса РФФИ 2006 года». – Тверь, 2006. – 96 с.

Основная цель сборника – обсуждение и поиск методов эффективного использования результатов фундаментальных научных исследований в регионе с целью обеспечения его устойчивого социально-экономического развития.

На обсуждение вынесены следующие проблемы: ускорение использования результатов фундаментальных исследований; пути увеличения областей фундаментальных научных исследований в конкурсе; использование методов точных и естественных наук в области моделирования социально-экономических процессов; организационная эффективность конкурса; региональная и национальная значимость представленных фундаментальных научных исследований.

Ответственность за подбор и точность приведенных на страницах сборника фактов, терминов, цитат, статистических данных, дат, фамилий и других сведений, а также за разглашение данных, которые не подлежат открытой публикации, несут авторы опубликованных материалов.

Для научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов и всех интересующихся данной областью знаний.

Издание сборника научных статей осуществлено при финансовой поддержке Администрации Тверской области и РФФИ, проект № 07-06-97300 р-г. Также выражаем признательность областной организации общества «Знание» России за организационную поддержку.

УДК 001.81
ББК 72

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Борисова Е.В., Калабин А.Л.</i> Модель устойчивого развития региона как функциональный граф	3
<i>Виноградова М.Г., Папулов Ю.Г.</i> Методология расчета энергий химических связей	9
<i>Мионов В.А., Палюх Б.В., Ветров А.Н., Вережкин Л.А., Цветков Р.Е.</i> Информационно-вычислительная система для прогнозирования и ликвидации чрезвычайных ситуаций при торфяных пожарах	14
<i>Ворончихина Л.И.</i> Металлизированные диэлектрические материалы	21
<i>Кареева В.М.</i> Новые функциональные материалы для экранирующих покрытий	23
<i>Лапина Е.Е.</i> Современное экологическое состояние родников прибрежной части водосбора Иваньковского водохранилища	24
<i>Максимов А.Д., Фролов А.А.</i> Фосфатный анализ почвы средневекового селища Большое Лошаково I в Тверской области	32
<i>Марков М.В.</i> Популяционные стратегии видов растений и стратегии сохранения биоразнообразия	35
<i>Медведев А.Г.</i> Биомониторинг лесных экосистем и мониторинг природной среды в системе обеспечения экологической безопасности	44
<i>Твардовский А.В., Дергунов П.И., Клингер А.В., Фомкин А.А.</i> Адсорбционная деформация нанопористых адсорбентов	52
<i>Тихомиров О.А.</i> Экологическая безопасность и мониторинг природной среды в районах атомных станций	59
<i>Тищенко А.П., Култашев Н.Б., Тищенко Н.Н.</i> Пути решения задачи геолого-геофизического прогнозирования методами геоинформационного моделирования	68

получены новые металлизированные материалы, которые могут быть использованы как в составе экранирующих композиционных материалов, так и самостоятельно как средства защиты объектов.

Работа выполнена при финансовой поддержки РФФИ и Администрации Тверской области (проект № 06-03-96335).

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РОДНИКОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ ВОДОСБОРА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА¹

Лапина Е.Е.

*Иваньковская научно-исследовательская станция ИВП РАН, г. Конаково Тверской области.

Излагаются результаты эколого-гидрогеологических исследований родников прибрежной части Иваньковского водохранилища, используемых для питья, приводятся рекомендации по сохранению родникового стока

Родники, или родниковый сток в долине р. Волги и ее притоков, всегда имели большое практическое значение. В настоящее время родники по-прежнему широко используются для питья. Жители городов Тверь и Конаково, поселков городского типа, селяне и дачники предпочитают использовать для питья воду родников, а не водопроводную. Воды эксплуатируемых в Тверской области в питьевых целях водоносных горизонтов карбона в целом хорошего качества имеют вполне допустимую общую жесткость, однако износ водопроводных труб провоцирует попадание к потребителю хлопьев ржавчины и подсос загрязненных подпочвенных вод. Водопроводная вода приобретает неприятный запах, привкус, теряет свою прозрачность (Доклады..., 2002). Некоторые жители Твери едут за многие километры на машинах только для того, чтобы набрать в канистры и фляги родниковой воды. У тверичан особой популярностью пользуются Савватьевские родники, родник в низовье р. Орши близ женского монастыря, родник у Химинститута на юго-востоке города и др. Жители г. Конаково в реликтовом сосновом бору организовали «тропу здоровья» к роднику, который регулярно чистят и благоустраивают добровольцы. Население пос. Редкино берет воду из освященного родника села Городня, так как своя вода из-за неприятного запаха сероводорода подходит не каждому.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 06-05-96316.

Наиболее детально изученная часть водосборной площади Ивановского водохранилища (от г. Твери до г. Дубна) занимает около 35330 км². К этой территории приурочено значительное количество родников, из которых нами обследовано около 50. Расположение родников в районе исследований представлено на схеме на рис. 1. Из рисунка видно, что большинство родников встречаются в речных долинах, а также по левому и правому бортам водохранилища на участке о. Низовка – г. Конаково. Обследованные родники подразделены нами по преобладающим условиям питания на нисходящие (питаются безнапорными подземными водами) и восходящие, питание которых происходит за счет смещения грунтовых вод и напорных вод глубоких водоносных горизонтов при их продвижении к месту разгрузки. По условиям выхода родников на поверхность в регионе преобладают эрозионные и контактовые, приуроченные к долинам рек. Родниками дренируются воды аллювиальных, флювиогляциальных, озерно-ледниковых, моренных и межморенных водоносных горизонтов. Резкая фациальная изменчивость четвертичных отложений, неоднородность их фильтрационных свойств в плане и в разрезе, широкое распространение на исследованной территории погребенных долин, наличие разломов и невыдержанность юрской водоупорной толщи, образующей гидрогеологические «окна», способствуют восходящей фильтрации вод нижележащих водоносных горизонтов карбона, которые подпитывают родники. На рис. 2 представлен разрез по линии АБ, проходящий в субмеридиональном направлении через Ивановское водохранилище (по Ахметьевой Н.П., 1991). На рисунке хорошо видно, как именно происходит питание родников за счет восходящей фильтрации.

Дебиты изученных родников небольшие, в диапазоне 0,01-0,2 л/с, большинство изливается круглогодично, однако зимой их дебиты уменьшаются, составляя минимальные значения. Коэффициенты динамичности родников варьируют в пределах 2-14, в среднем составляют 2-3. Максимальный дебит одного сосредоточенного выхода – 2 л/с зафиксирован нами только в д. Мятлево Калининского района.

В естественном виде остались те источники, которые располагаются вдали от населенных мест. Большинство родников каптированы бетонными кольцами либо трубами (желобами) для стока, часть родников имеет вид колодцев, оборудованных деревянными срубами. Регулярные наблюдения с частотой один раз в декаду (гидрохимические характеристики воды, дебит и температура) велись за опорными родниками, показанными на рис. 1 треугольником. Наблюдения за остальными родниками проводили эпизодически (1-2 раза в летнюю межень).

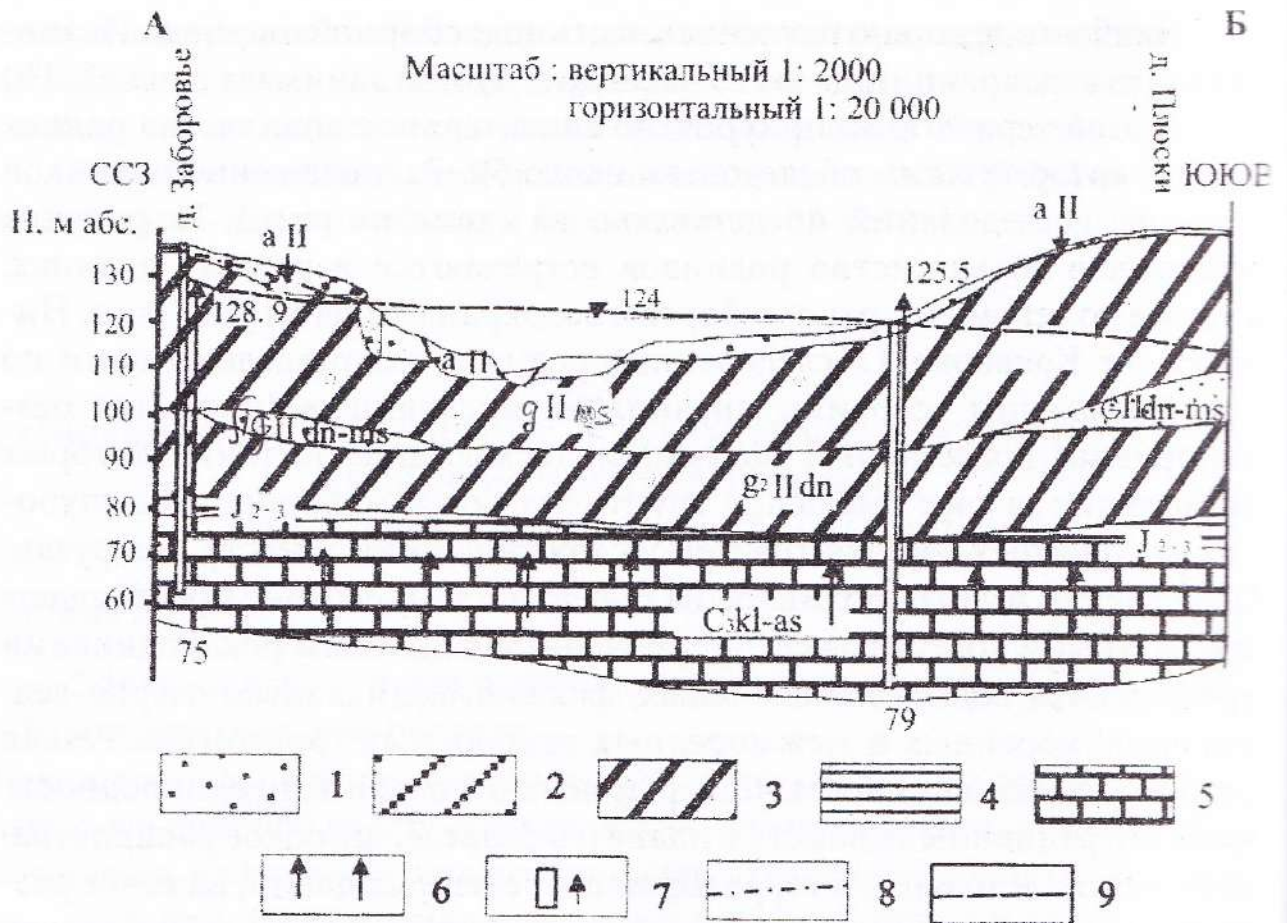


Рис. 2. Геолого-гидрогеологический разрез по линии А-Б. 1 - пески; 2 - супеси;

3 - моренные суглинки; 4 - юрские глины; 5 - известняки; 6 - восходящая фильтрация; 7 - скважина. Цифра у стрелки - абсолютная отметка пьезометрического уровня воды; 8 - уровень грунтовых вод, 9 - пьезометрический уровень напорного клязьминско-ассельского водоносного горизонта.

Исследования химического состава родникового стока включали определение электропроводности, ионного состава, рН и Eh, биогенных элементов и органического вещества; в опорных родниках дополнительно проверено содержание отдельных микроэлементов.

Макрокомпоненты и биогенные вещества (HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , NH_4^+ , NO_2^- , PO_4^{3-}) определялись в гидрохимической лаборатории Ивановской НИС по стандартным методикам (Методы..., 1990).

$\text{Fe}_{\text{общ}}$ определяли *in situ* с помощью тест-набора IR-18B Nach. Cl^- - аргентометрически, SO_4^{2-} - турбидиметрически с BaCl_2 , Na^+ и K^+ - посредством метода пламенной фотометрии. Замер величин окислительно-восстановительного потенциала и водородного показателя производили непосредственно во время отбора проб портативными приборами для полевых исследований фирмы Hanna. Анализ проб

на содержание микроэлементов проведен на масс-спектрометре с индуктивно-связанной плазмой (ICP).

Установлено, что химический состав родниковых вод значительно варьирует. Он обусловлен прежде всего геологическим строением местности и влиянием имеющихся на водосборной площади родника источников загрязнения (животноводческих и птицеводческих ферм, свалок, селитебных и рекреационных зон, автомагистралей, садоводческих товариществ и др.).

По своему составу воды пресные, нейтральные либо слабо щелочные, в основном HCO_3^- Ca – Mg типа, в северо-восточной части региона встречены сульфатные воды. Минерализация родниковых вод колеблется в широких пределах – от 82 до 885 мг/л, содержание легкоокисляемого органического вещества (по перманганатной окисляемости) – от 0.31 до 5.28 (в среднем не более 2.0 мгО/л). Окислительно-восстановительный потенциал Eh также отличается непостоянством, зафиксированы его колебания в диапазоне от (-123) до 190 мВ, причем эта нестабильность свойственна и для родников, в которых предполагается значительная доля подпитывания глубокими водами карбона. Гидрохимические характеристики воды опорных родников представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Макрокомпонентный состав воды популярных родников,
летняя межень**

Местоположение родника	pH	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mz ⁺
	мг/л								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Д. Савватьево, р. Орша	6.88	1.0	2.5	41.0	7.8	134.0	3.5	18.0	208
Тверь, химинститут	7.24	15.0	2.6	68.0	27.6	293.0	47.0	3.0	456
Д. Новинки, р. Тьма	7.39	11.0	14.0	79.0	23.0	219.0	21	32	399
С. Городня, урез	7.19	17	23	120	28.8	342	54	58	643
Пристань «Топорок»	7.52	0.4	1.6	70	20.4	134	18	49	293
Конаково, пл. Революции	6.78	3.7	2.9	40	9.6	140	7	8	211

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
С. Вахонино, р. Инюха	6.99	20	1	160	16.8	494	53	68	812
Родник «Волна»	6.97	3.0	1.7	64	18	262	3	5	358
ПДК**	6.5- 9.0	-	-	-	-	-	350	250	1000

* – общая минерализация,

** – предельно допустимые концентрации по СанПиН 2.1.4.1074-01.

По содержанию макрокомпонентов в целом воды родников соответствуют требованиям ГОСТа к питьевой воде. В отдельных родниках и ключевых колодцах (д. Старый Погост, Речицы, с. Вахонино), где подпитывание происходит за счет некондиционных вод верхнего карбона, величина общей жесткости достигает 11-12 мг-экв/л. Общая жесткость (сумма солей кальция и магния) в питьевой воде не должна превышать 7.0, а по согласованию с органами санэпиднадзора – 10 мг-экв/л. Такая вода обычно используется населением только в хозяйственных целях.

Особое внимание следует уделить содержанию щелочных металлов – калия и натрия, вернее, соотношению Na/K, важному при экологической оценке качества воды. В естественных условиях оно составляет около 10, то есть количество K на порядок меньше. Это связано с его высокой сорбируемостью и поглощением бактериями. В загрязненных водах показатель приближается к единице (Лукнер, 1986). Снижение природного соотношения способствует увеличению риска заболеваний сердечно-сосудистой сферы.

Математический анализ результатов опробования родников показал, что соотношение Na/K в регионе является непостоянным и колеблется в широких пределах. Для диапазона Na/K от 1 до 10 была построена гистограмма его распределения в воде родников и колодцев региона, определены основные характеристики вероятностного распределения. Для родников выборке с $n = 79$ в диапазоне $Na/K < 1$ вошло 25 % точек, от 1 до 5 – 53 %, от 6 до 9 – 11 %, 10 – 5 % точек; для шахтных колодцев глубиной до 5 м ($n = 49$) 31, 51, 12 и 1 % точек соответственно. Таким образом, сравнение соотношения Na/K в воде родников и грунтовых водах, вскрытых шахтными колодцами, оказалось в пользу родниковых вод, поскольку в выборке колодезных проб величины соотношения варьируют в больших пределах, а показатель 10 встречается в 5 раз реже. Полученные результаты свидетельствуют также и о том, что существует реальный экологический риск роста сердечно-сосудистых заболеваний в регионе.

Калий играет важную биологическую роль, является информативным и легко определяемым индикатором загрязнения среды. ПДК для калия в России нет, однако в странах ЕС ПДК составляет 12 мг/л (Шитиков и др., 2005).

Если на водосборной площади родника имеются источники загрязнения, то загрязняющие вещества могут попасть в родник и представить опасность для тех, кто пользуется этой водой. Проведенные ранее исследования региона показали, что здесь наиболее распространенными загрязняющими веществами являются соединения азота, а в зонах влияния птицеводческих и животноводческих комплексов к ним добавляются ортофосфаты (Современное..., 2000). В таблице 2 представлены концентрации биогенных веществ в фоновых родниках и в расположенных в зоне влияния аграрно-промышленных комплексов.

Содержание основного загрязнителя региона – нитратного азота выше ПДК отмечено только в нескольких родниках, и носит сезонный характер. Наибольшая амплитуда содержаний относится к половодью (от 0.2 до 56.4 мг/л), в вегетационный период количество нитратов значительно снижается, их величины более всего зависят от литологического строения зоны аэрации, гидродинамических условий выхода и уровня антропогенной нагрузки. За счет подпитывания многих родников напорными водами происходит разбавление содержания загрязняющих веществ, поэтому, несмотря на очень высокие антропогенные нагрузки по азоту до 400 мгN/л в очагах локального загрязнения (с. Городня, родник близ Химинститута, в с. Дмитрова Гора) содержание нитратов редко превышает ПДК.

Таблица 2

Концентрации соединений азота, фосфора и общего железа в фоновых родниках и в расположенных в зоне влияния аграрно-промышленных комплексов (мг/л)

Адрес	Дебит, л/с	Источник загрязнения	PO ₄	NH ₄	NO ₃	NO ₂	Fe _{общ}
1	2	3	4	5	6	7	8
д. Савватьево, Калининский р-он	0,07	Зверосовхоз	0,14	0,24	10,7	0,07	0,1
р. Орша, Низовья	0,075	Фоновый	0,12	0,05	0,84	0,056	0,1
Химинститут, г. Тверь		Коммунально-бытовые стоки, автомагистраль	0,12	0,27	1,9	0,078	0,0

Род Мет Мет Мет

1	2	3	4	5	6	7	8
с. Селихово, Конаковский р-он	0,09	Тепличное хозяйство	0,24	0,24	48,7	0,032	0,1
г. Конаково, бор	0,067	Фоновый	0,22	0,06	0,4	0,052	0,02
с. Городня	0,04	Птицефабрика, автомагистраль	0,29	0,24	48,7	0,016	0,1
б/о Правда		Рекреация	0,15	0,21	0,53	0,06	0,35
д. Дм. Гора, Конаковский р-он		Автомагистраль, животноводство	0,40	0,0	43,9	0,062	0,1
д. Каменка, Калининский р-он		Птицефабрики	1,82	0,31	73,1	0,069	-
ПДК по СанПиН 2.1.4.1074-01			0,05-2,0	2,0	45,0	3,0	0,3

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных.

Наиболее высокие содержания самого распространенного загрязнителя природных вод региона – нитратного азота встречаются в родниках, расположенных в очагах локального загрязнения, и приурочены к половодью либо к осенним паводкам. Например, за последние 10 лет в родниках с. Городня максимальные концентрации N-NO₃ весной достигали 5 ПДК, осенью – 3.5 ПДК. Количество соединений азота в вегетационный период опасений не вызывает, как правило, концентрации нитратов варьируют в пределах 3-45 мг/л.

Наиболее интересными оказались результаты анализа проб воды на определение микрокомпонентов. Превышений ПДК в пробах не обнаружено, некоторые микроэлементы в единичных пробах отсутствуют (например, Cd в родниках близ д.д. Мятлево и Рябеево). Повышенный природный фон содержания железа в регионе способствует близким к ПДК значениям этого компонента (0.2-0.3 мг/л), однако железо для человека не токсично (Бородулина, 2006).

Проведенный на ИСР анализ определения Sr (одного из маркеров вод напорных водоносных горизонтов карбона) показал, что если водосборная площадь приурочена к местам размыва юрского водоупора либо к участкам фациального замещения моренных суглинков более опесчаненными разностями, то происходит интенсивная восходящая фильтрация напорных вод верхнего карбона. Такая фильтрация происходит и на участках речных долин, в геологическом строении которых принимают участие юрские глины, мощностью не более 3-5 м. Sr присутствует в составе водовмещающих пород карбона и как минерал целестин, и в рассеянном виде. Летом 2006 года в воде водохранилища содержание Sr составило 0.093 мг/л, в реке Орша – 0.11,

а в воде родника в с. Дмитрова Гора (где отсутствует юрский водоупор) – 0.17 мг/л. В то же время вода родников, питающихся только атмосферными водами, имеет более низкие содержания стронция (0.07 -0.08 мг/л). Вода из скважины, вскрывающей воды клязьминско-ассельского водоносного горизонта, содержала 0.58 мг/л Sr.

Данные геологической съемки П.А. Дворцова свидетельствуют, что в 1965 году наблюдались родниковые выходы в южной части пос. Эммаус, близ д. Горохово на высоте 6-7 м над урезом Волги и пр. Проведенные маршрутные обследования 2005-2006 года показали, что эти родники исчезли. Об исчезновении бывших ранее из земли ключей сообщают жители с. Свердлово, д. Долинки; за 10 лет режимных наблюдений нами зафиксировано постепенное уменьшение расходов родника близ турбазы «Волна» с 0.11 до 0.045 л/с. Уменьшение объемов родников может быть следствием хозяйственной деятельности человека: рытья котлованов и пожарных прудов, роста водозабора из эксплуатируемых в питьевых целях напорных горизонтов и самовольного бурения глубоких скважин, вырубке лесов для создания садоводческих товариществ, что и произошло, скорее всего, в случае с родником близ «Волны».

Выводы:

Установлено, что на изученной площади распространены преимущественно малодебитные родники (0,1-0,2 л/с) контактового и эрозионного типа, имеющие смешанное питание за счет верховодки, грунтовых вод и перетекания напорных вод нижележащих водоносных горизонтов карбона.

Качество воды исследованных родников в целом соответствует требованиям ГОСТа к питьевой воде. В родниках, приуроченных к очагам локального загрязнения, обнаружено превышение содержания нитратного азота до ЗПДК, особенно в период весеннего снеготаяния, когда с внутрипочвенным стоком в родники поступают различные загрязняющие вещества: патогенные микроорганизмы, фенолы, соединения азота и фосфора (родники близ д. Савватьево, Селихово, Городня). Концентрации биогенных веществ здесь достигают больших значений (до 150 мг/л нитратов, до 1,2 мг/л минерального фосфора). Однако в вегетационный период содержание соединений азота не превышает норму.

Установлено, что поступление в природные воды в результате деятельности человека соединений калия значительно сместило природное соотношение Na/K в воде в диапазон 1-5, что увеличивает риск сердечно-сосудистых заболеваний жителей региона.

Таким образом, несмотря на то, что родники региона характеризуются достаточно тесной гидравлической связью с напорными водами, они подвержены загрязнению. Ведение хозяйственной де-

тельности (рытье прудов, бурение скважин, строительство и др.) без согласования с органами экологического надзора ведет к уменьшению либо прекращению родникового стока. Для сохранности родников необходимо соблюдать строгие санитарно-гигиенические требования ко всей водосборной площади, а не только в обустроенном месте выхода.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ахметьева Н.П., Лола М.В., Горецкая А.Г., Загрязнение грунтовых вод удобрения. – М.: Наука, 1991 – 100 с.
2. Бородулина Г. Водные ресурсы республики Карелия и пути их использования для питьевого водоснабжения. – Петрозаводск, КНЦ РАН, 2006.
3. Доклад об использовании природных ресурсов и состоянии окружающей среды Тверской области в 2001 г. // Тверь: Комитет природных ресурсов по Тверской области, 2002. – 158 с.
4. Лукнер Л., Шестаков В.М. Моделирование миграции подземных вод. – М., Недра, 1986. – 208 с.
5. Методы исследования качества воды водоемов // Ю.В. Новиков и др. – М., Медицина, 1990. – 400 с.
6. Ивановское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны. – М.: Наука, 2000. – 344 с.
7. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д., Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. – М.: Наука, 2005 – 281 с.

ФОСФАТНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВЫ СРЕДНЕВЕКОВОГО СЕЛИЩА БОЛЬШОЕ ЛОШАКОВО I В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ*

Максимов А.Д., Фролов А.А.

В 2006 году изучение исторического поселения Туровица (селище Большое Лошаково I в Бологовском р-не Тверской обл., общая датировка: XIII-XVI вв.) было продолжено. Судьба этой средневековой деревни типична для исследованного нами в 2001-2005 гг. микрорегиона – бассейна р. Березайки (левый приток р. Мсты), да и для Северо-Запада России в целом. Это небольшое поселение (по данным конца XV в. – одnodворное) возникло в период выхода земледельческого населения Новгородской земли на водоразделы рек второго и третьего порядка и просуществовало до хозяйственного кризиса, разразившегося на Руси

* Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект 04-06-96702_центр.