

Глушко К.А., Глушко К.К.

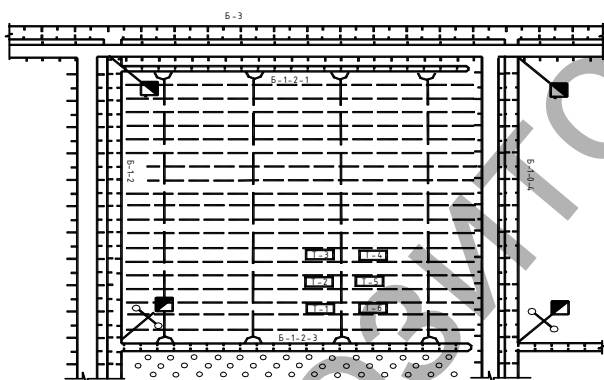
ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ИНФИЛЬТРАЦИИ ТАЛЫХ ВОД НА ОСУШЕННЫХ ТОРФЯНИКАХ И АНОМАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ ОБУСЛАВЛИВАЮЩИХ ЕЕ

Введение. Отсутствие продолжительных наблюдений за стоком талых вод на осушенных торфяниках не позволяет применять традиционные способы их обобщения, а обилие внешних и внутренних факторов вносят значительные расхождения в наблюдаемые величины. Поэтому генетический анализ процессов формирования стока талых вод позволит усовершенствовать гидрологические расчеты регулирующей и проводящей сети. В задачу анализа входит выявление закономерностей инфильтрации талых вод на осушенных торфяниках от уровня грунтовых вод, уровня воды в водоприемниках, метеорологических условий, а также оценка влияния землеройных животных на дренированность пахотного горизонта.

Почвы осушенных торфяников представляют собой органо-генное анизотропное вещество, которое по целому ряду характеристик кардинально отличается от минеральных почв – более высокая теплоемкость, пониженная температуро- и теплопроводность, наличие усадочных процессов при механическом воздействии, набухание при водонасыщении, минерализация во времени и т.д. Комплексный характер исследований в полевых условиях позволяет обеспечить учет всех факторов и получить достоверные зависимости.

Для анализа использованы данные полевых исследований, полученные автором на Полесской опытно-мелиоративной станции (ПОМС) за 1986–1988 гг.

Опытный участок имеет площадь 100 га, находится в пойме р. Бобриск. Схема опытного участка приведена на рисунке 1.



Т-1, Т-2, Т-3, Т-4, Т-5, Т-6 – места установки лизиметрического оборудования

Рис. 1. Схема опытного участка водосбора р. Бобриск

Годы наблюдений различались своей суровостью и обеспеченностью по осадкам. Почвы опытного участка и всего водосбора представлены среднемощными, глубиной 70 ± 5 см, осоко-тростниковыми торфами со степенью разложения $R = 40 - 50\%$. Залегают они на мощной толще (50 м) песчаных отложений. Непосредственно подстилающими породами являются пески аллювиальных отложений. Гранницей раздела слоев является тонкий около 5 см мульчирующий слой торфа.

Приходные составляющие водного баланса – осадки за период снеготаяния и запас воды в снеге на начало паводка – по годам ис-

следований приведены в таблице 1.

Таблица 1. Запас влаги на опытном участке в период снеготаяния

Годы	Осадки, мм	Запас воды в снеге, мм	Сумма, мм
1986	0,3	47,0	47,3
1987	3,0	52,5	55,5
1988	26,4	0,0	26,4

Величина осадков получена по данным болотной станции ПОМС, а запас воды в снеге получен по данным маршрутных снегомерных съемок в предпаводковый период.

Термический режим и режим влажности в первые два года сформировали водонепроницаемый слой на всех без исключения точках наблюдения [1, 2], однако это, как видно из комплексных графиков, представленных на рис. 1, 2, 3, не сказалось на замедлении половодья.

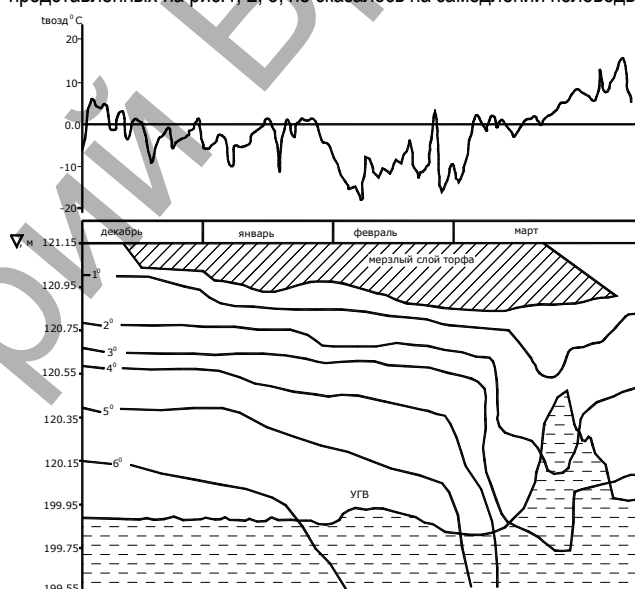


Рис. 2. Комплексный график изменения уровня и теплового режима почв (ПОМС, зима 1985–1986 гг.)

С началом установления положительных температур в каждом из годов наблюдений начался активный подъем уровня грунтовых вод. Как правило, продолжительность подъема совпадает с продолжительностью таяния снежного покрова. Весной 1986 года продолжительность схода снега составляла 13 дней, весной 1987 года – 6 дней, весной 1988 года снежный покров сошел за один день.

Интенсивность подъема уровня грунтовых вод тесно увязывается с температурой воздуха при наличии снежного покрова. Положительная температура воздуха обеспечивает активное снеготаяние, а естественная дренированность площади водосбора, как будет показано выше, способствуют процессу. Максимальная величина суточного подъема была зафиксирована весной 1987 года и равнялась 42 см. Общий подъем уровня грунтовых вод за период наблюдений составил: 1986 г. – 68,0 см, 1987 г. – 102 см, 1988 г. – 28 см. Особенно резко происходил подъем УГВ в период выпадения осадков в виде дождя.

Глушко Константин Александрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Глушко Константин Константинович, магистр кафедры архитектурных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

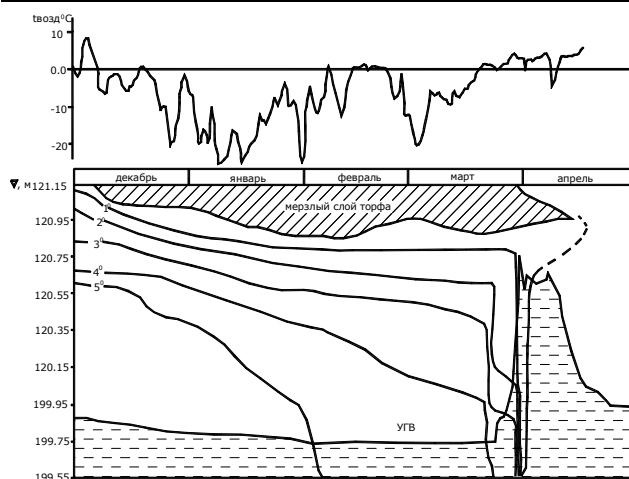


Рис. 3. Комплексный график изменения урвненного и теплового режима почв (ПОМС, зима 1986–1987 гг.)

Наблюдения за режимом УГВ в опытных точках свидетельствуют о том, что подъем УГВ происходил как за счет инфильтрации талых вод, так и вследствие подпитки со стороны водоприемника Б-1-2-3 и ограждающих каналов Б-1-2, Б-1-4. В таблице 2 приведены отметки уровня грунтовых вод в относительных единицах в водоприемнике и в центре тяжести водосбора.

Таблица 2. Отметки УГВ на период снеготаяния

Дата наблюдений	Отметка УГВ у канала Б-1-2-3, т.1	Отметка УГВ в центре тяжести водосбора, т.3
10.03.1986	19.93	19.88
13.03.1986	19.98	19.92
18.03.1986	20.11	20.06
20.03.1987	19.81	19.79
25.03.1987	19.88	19.87
28.03.1987	20.13	20.06

Как следует из таблицы 2, по всем датам контрольных измерений уровень воды в водоприемнике превышал уровень грунтовых вод на водосборе, т.е. имел место подпор воды в коллекторах, вода двигалась по ним обратным током, вследствие чего УГВ также поднимался. Это явление имеет простое объяснение – на начало паводка каналы всегда занесены снегом и сток по ним отсутствует. Причем плотность снега в каналах всегда выше, чем на полях в 1,5–2 раза и достигает 0,35–0,4 г/см³.

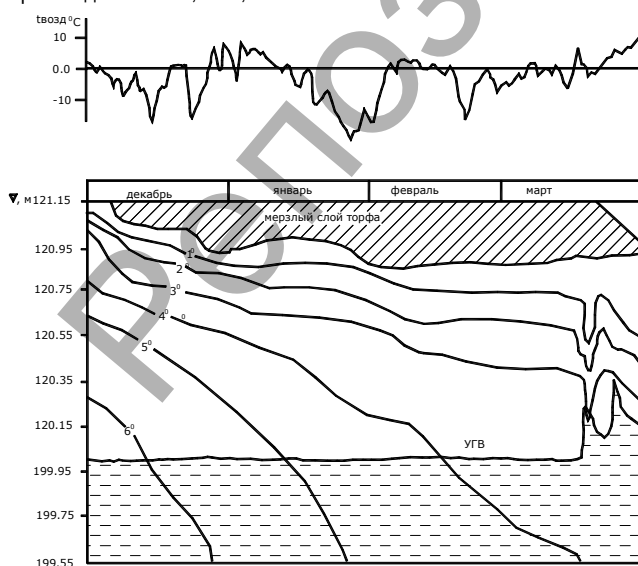


Рис. 4. Комплексный график изменения урвненного и теплового режима почв (ПОМС, зима 1987–1988 гг.)

Характерной особенностью, проявившейся в годы исследований, как следует из рис.1, 2, 3, является очень резкое изменение температуры слоя почвы, наиболее близко расположенного к уровню грунтовых вод, с началом стабилизации положительных температур. В последующем, со сдвижкой не более одних суток, наблюдается перелом в ходе изотерм с более низкими значениями. Процесс во все годы наблюдений идет от более теплых слоев к более холодным, т.е. снизу вверх. Одновременно наблюдается оттаивание мерзлого слоя почвы снизу, но крайне незначительными темпами, не более 1–2 мм/сут. Очевидно, процесс объясняется тем, что миграционный поток влаги ослабевает и охлажденный в верхних горизонтах в виде гравитационной влаги поступает к уровню грунтовых вод, вызывая заметное охлаждение в первую очередь наиболее теплых слоев; или, по другой версии, имеют место с очень высокой величиной инфильтрации талых вод локальные участки, от которых происходит растекание водяного бугра и охлаждение, таким образом, в первую очередь верхнего слоя грунтовых вод.

Признаком появления поверхностного стока в годы наблюдений, за исключением 1988 г., явилось затопление микропонижений тальми водами. В стадии активного нарастания поверхностного стока ежегодно затоплялось до 20–25% площади водосбора. В среднем глубина воды в микропонижениях составляла 10–12 см.

В таблице 3 приведены результаты топографической съемки по исследуемым микропонижениям.

Таблица 3. Площади водосборов микропонижений, м²

Номер исследуемой точки					
1	2	3	4	5	6
937	887	11704	680	2625	1872

Объем талого стока и площадь зеркала воды в микропонижениях определены путем построения топографических характеристик [1].

Объем накопления талого стока приведен в таблице 4, площадь водного зеркала – в таблице 5.

Таблица 4. Объем накопления талого стока исследуемых микропонижений, м³

Годы	Номер исследуемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1986	4,0	13	208	4,64	44,31	38,44
1987	38,0	42,0	570,0	30,0	126,0	85,0

Таблица 5. Площадь водного зеркала исследуемых микропонижений, м²

Годы	Номер исследуемой точки					
	1	2	3	4	5	6
1986	80,0	480	8100	200	1400	1040
1987	800,0	680	11000	500	2450	1230

Максимальный объем талого стока в отдельных крупных микропонижениях достигал 570 м³.

Водонепроницаемый слой весной 1987 г. сформировался у поверхности, в результате площадь затопления оказалась выше на величину 5–10%, чем весной 1986 года. Величина осадков в весну этого года составила 25 мм, что усугубило общую картину затопления. Площадь затопления водосбора возросла до 40%. Часть стока по траншеям, вырытым экскаватором, была сброшена в проводящую сеть. Остальная часть затопленных бессточных микропонижений подверглась длительному, свыше 11 дней, вымоканию. Продолжительность затопления в 1986 г. была короче и составила 8 дней.

Скорость понижения воды в бессточных микропонижениях различна в пространстве и во времени. Это связано с различной пористостью, разной степенью естественной дренированности почвы землеройными животными и корневыми остатками, мощностью водонепроницаемого слоя и др. факторами. Очень существенная разница и в понижении уровня воды в микропонижениях в течение суток. При отсутствии ледового покрова эта разница достигает пятикратной величины. Максимальное понижение наблюдается во вто-

рой половине дня, минимальное – в утренние часы. Это связано с температурой воздуха и соответственно с температурой воды.

Одной из общих закономерностей во все годы наблюдений является формирование талых воронок. Их наблюдали многие исследователи [3, 4, 5, 6]. Формируются воронки на южном и юго-западном склонах. Диаметр воронок обычно не превышает 15–20 см. Поверхность почвы талика наиболее часто ориентирована навстречу лучам солнца при максимальной его высоте, около полудня. Наиболее крупные талики образуются в бороздах, затопленных талой водой. Они представляют собой полосы длиной 1,5–2,0 м шириной 10–15 см, редко больше, в наиболее пониженной части борозды.

Ускоренному процессу оттаивания способствуют:

- меньшая глубина промерзания в бороздах, примерно в два раза;
- большая поглощающая способность тепла поверхностью откосов борозды за счет их крутизны;
- увеличение угла падения солнечных лучей за счет их преломления в слое воды к поверхности откоса борозды;
- большая аккумулирующая емкость поглощенного тепла за счет большей глубины слоя воды в борозде.

Практически взвешенное состояние оттаившего слоя торфа в таликах под слоем воды делает невозможным измерение его мощности. Это свидетельствует о том, что почва находится в стадии полного насыщения с установившейся фильтрацией воды, для которой применимы законы Дарси.

На формирование естественной дренированности почвенного покрова водосбора существенное влияние оказывают землеройные животные. С этой целью ежегодно во все периоды наблюдений производился визуальный осмотр поверхности поля. Выявлено, что в осенний период, особенно после освобождения полей от зерновых, активизируются землеройные животные, особенно мышь-полевка и кроты. Они активно дренируют верхний пахотный горизонт почвы.

Для того, чтобы оценить, насколько велико их влияние на степень естественной дренированности почвенного покрова водосбора, в пределах лизиметрического полигона был выбран участок, характерный для основного массива. Участок представлял собой прямоугольник площадью 66,0 тыс. м². В пределах этого участка была разбита сеть квадратов размерами 4х4 м, в которых производился подсчет количества входных и выходных отверстий. Для мыши-полевки их число составляет 0,0584 шт. на 1 кв. м. Для того, чтобы оценить масштабность результата, перенесем эти данные на 1 кв. км и получим 58400 шт. Полученные результаты вполне согласуются с результатами исследований Акимушкина И.И. [7], Виноградова Б.С. [8], согласно которым на 1 кв. км площади леса проживает от 40 до 60 тыс. грызунов, в частности мыши-полевки. К сожалению, данные по количеству грызунов, обитающих на торфяниках, отсутствуют. Диаметр входных/выходных отверстий колеблется от 4 до 6 см при общем заглублении хода до 8 см. Установить точное количество гнезд не представляется возможным, однако раскопки найденных показали, что гнезда заглублены под поверхность почвы на 35–40 см и представляют собой сферическую поверхность диаметром 10–12 см, укрытую слоем растительных остатков. Учитывая, что максимальная глубина промерзания почвы в наблюдаемые зимы не превышала этой величины, а была на уровне или даже несколько ниже, следует, что гнезда располагались в талой зоне. Система таких дрен, имеющая прямой выход в талую зону, является источником аномального перетока талых поверхностных вод в грунтовый сток.

Одновременно была составлена схема кротовин, представленная на рис. 4. Установлено, что преимущественное направление кротовин совпадает с направлением вспашки. Кротовины приурочены к микропонижениям, в отличие от нор мыши-полевки, обитающей на повышенных участках. Общая длина кротовых ходов на исследуемом участке составила 3260 м. На 1 м² площади приходится 0,0403 м кротовин, что превышает искусственную дренированность участка. Диаметр кротовин заметно выше и колеблется от 6 до 8–9 см. Ходы заглублены на отдельных участках до 25–30 см, т.е. практически это уже подпахотный горизонт. По данным Григорьева П.П. [3, 2] система второстепенных и третьестепенных дрен заканчивается отвесными, на глубину даже 35–40 см, тупиками при длине крото-

вин 5,0 км на гектар. По данным того же автора, на поверхность выносятся от 3,0 до 12 м³ земли. Эти разрыхленные очаги поверхности почвы способны активно фильтровать воду.

Немаловажное значение для разрушения модельного хода движения влаги имеет место и трещиноватость почвы. Трещиноватость возникает в результате естественного иссушения почвы морозами и ветрами после обильного увлажнения осенними дождями. Образуется довольно равномерно распределенная сеть трещин в виде правильного восьмиугольника. Ширина трещин достигала 4 мм при визуальной и инструментальной оценкой глубине около 8 см. Фактическую глубину трещин, переходящих в микротрещины, измерить невозможно полевыми инструментами. Вполне вероятно, что они распространены до подошвы пахотного горизонта.

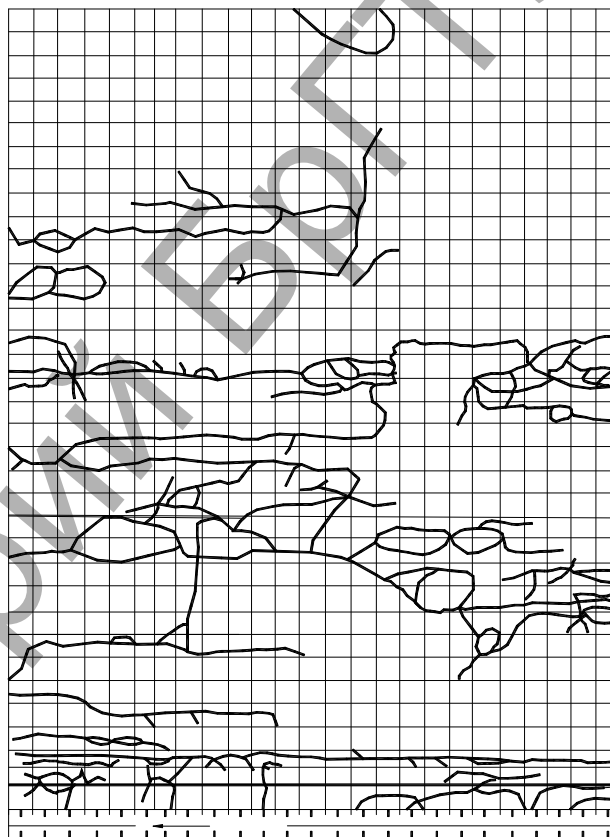


Рис. 5. К оценке степени дренированности почвы землеройными животными (ПОМС, зима 1987–1988 гг.)

Заключение

1. Термический режим торфяной почвы изменяется с началом инфильтрации талых вод от уровня грунтовых вод к поверхности почвы. Первыми охлаждаются наиболее теплые слои почвы на уровне грунтовых вод. Объясняется это тем, что миграционный поток влаги ослабевает и охлажденный в верхних горизонтах в виде гравитационной влаги поступает к уровню грунтовых вод; или, по другой версии имеют место локальные участки с очень высокой величиной инфильтрации талых вод, от которых происходит растекание водяного бугра.
2. Объем стока талых вод через локальные очаги оттаявшей почвы (талики) может быть определен исходя из известной его доли в площади водосбора, градиента и коэффициента фильтрации талого торфа. Это позволяет выделить гарантированную составляющую в формировании объема инфильтрации талой воды на водосборе.
3. На объем инфильтрации талых вод существенное влияние оказывает животный мир посредством формирования ходов землеройных животных в пахотном слое и естественная трещиноватость верхних слоев почвы, обусловленная иссушением ее в предзимний период.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глушко, К.А. Особенности формирования водонепроницаемого слоя на торфяниках Белорусского Полесья и его влияние на режим весеннего половодья / К.А. Глушко, П.В. Шведовский // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2001. – № 2(8): Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология – С. 43–44.
2. Глушко, К.А. Формирование водонепроницаемого слоя почвы на мелкозалежных торфяниках с учетом микрорельефа почвы // Проблемы мелиорации, водохозяйственного строительства и обустройства сельских территорий на современном этапе // Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию образования БГСХА / Горькая сельскохозяйственная академия. – Горки, 2001.
3. Идзон, П.Ф. Предварительные результаты исследований над процессами инфильтрации талой воды в почву / П.Ф. Идзон // Труды ин-та ЦИП. – 1951. – Вып. 23(59). – С. 26–32.
4. Урываев, П.А. Впитывание почвой весенних талых вод / П.А. Урываев // Труды ин-та ГГИ. – 1954. – Вып. 46(100). – С. 73–89.
5. Урываев, П.А. Экспериментальные исследования факторов весеннего половодья / П.А. Урываев // Труды ин-та ГГИ. – 1957. – Вып. 59. – С. 5–74.
6. Филлипова, А.К. Просачивание талых и дождевых вод по наблюдениям в 1950 г. в Каменной Степи / А.К. Филлипова // Труды ин-та ГГИ. – 1952. – Вып. 34(78). – С. 124–128.
7. Акимущин, И.И. Мир животных: млекопитающие или звери. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Мысль, 1988. – 445 с.
8. Виноградов, В.С. Краткий определитель грызунов фауны СССР / В.С. Виноградов, И.М. Громов. – Л.: Наука, 1984. – 140 с.

Материал поступил в редакцию 02.03.15

GLUSHKO K.A., GLUSHKO K.K. Field research of the hydrothermal mode of an infiltration of thawed snow on the drained peat bogs and the abnormal processes causing it

The results of all-up studies of aqueous and calorific conditions of grounds of the drained peats bog are proposed at passing vernal high waters. The regularities of freezing and straight thawing of a frozen stratum of ground are detected. The reasons of availability of an infiltration are established if there is a water-tight stratum.

УДК 556.5.06 (476.6)

Волчек А.А., Зубрицкая Т.Е., Шешко Н.Н., Шпендик Н.Н.

ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ЯСЕЛЬДА

Введение. Река Ясельда является типичной рекой Белорусского Полесья и важным социально-экономическим фактором развития западного региона Беларуси [4, 5]. Однако происходящие в последние десятилетия значительные изменения климатических условий, а также резкая трансформация водохозяйственного комплекса привели к изменениям элементов водохозяйственного баланса всей страны и бассейна данной реки в частности [7].

Целью настоящих исследований является выявление и прогноз изменений структуры и объема водопотребления бассейна р. Ясельда, необходимого при разработке перспективных водохозяйственных балансов, которые позволят определить состав водохозяйственных мероприятий, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов на ближайший период и различную перспективу. Разработка стратегии развития различных секторов экономики Республики Беларусь осуществляется с учетом водного фактора, который базируется на данных о прогнозных показателях водопотребления отдельных бассейнов. Научные исследования в области изучения водохозяйственных балансов должны быть направлены на повышение надёжности оценки водных ресурсов, определения существующих и прогнозных потребностей в воде.

Исходные данные и методика исследования. Главная часть разработки сценариев возможного изменения водопотребления речного бассейна состоит в исследовании факторов его формирования в современных климатических и хозяйственных условиях. Для оценки динамики водопотребления бассейна р. Ясельда использованы материалы статистической отчетности, почерпнутые из Статистических сборников за период с 1991 по 2012 гг. (период существования Республики Беларусь как самостоятельного государства), официальных сайтов Службы государственной статистики и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [3, 6, 8]. Данные включают

следующие элементы водопользования: хозяйственно-питьевое водоснабжение; орошение; сельское хозяйство; производственные нужды; рыбо-прудовое хозяйство, как для всей территории Республики Беларусь, так и для бассейна р. Ясельда.

Исследования изменений объема водопотребления и водопользования осуществлялись с применением метода системного анализа, моделирования, теории принятия решений, а также общих и частных методик. Так как водопотребление Республики Беларусь является более стабильным показателем, чем водопотребление отдельного региона (бассейн р. Ясельда), особенно по отраслям хозяйствования, то целесообразна разработка прогноза водопотребления по отдельным отраслям народного хозяйства республики в целом, а затем перенос тенденций на изучаемый бассейн по средством корреляционного анализа. Данный подход был реализован в работах [1, 2] для равнинных бассейнов рек территории Российской Федерации. В качестве прогнозной модели использовали линейный тренд. Применение более сложных математических моделей (авто-регрессионных, метод «гусеницы» и т.д.) затруднено в связи с малой продолжительностью временного ряда. В этом случае выявление квазициклических изменений осложнено не стационарностью данных. Кроме этого, в прогнозную модель включен параметр асимптотического приближения показателя удельного водопотребления к величине уже достигнутой развитыми Европейскими странами (например: отношение величины водопотребления к внутреннему валовому продукту), при достижении которого снижение удельного водопотребления постепенно прекращалось.

При разработке прогноза рассматривались три альтернативных варианта развития событий с учетом функции плотности распределения случайной величины отклонений водопотребления от линейного тренда: позитивный (обеспеченность водопотребления 75%), средний (75...25%) и негативный (менее 25%). Верхняя и нижняя

Зубрицкая Татьяна Евгеньевна, ст. преподаватель кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Шешко Николай Николаевич, к.т.н., доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Шпендик Наталья Николаевна, к.т.н., доцент, доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.