

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 квазипериодических 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.

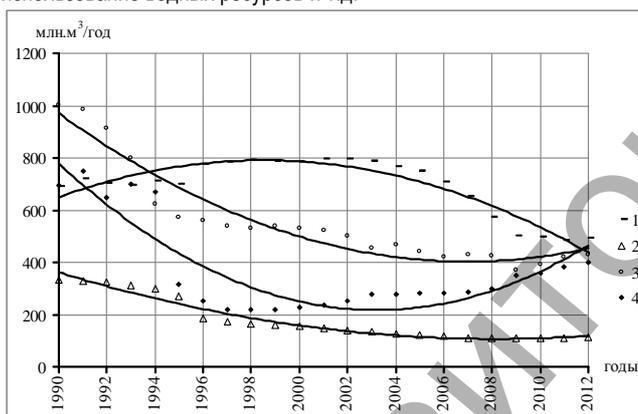
Шешко Николай Николаевич, к.т.н., доцент кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

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

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

граница области прогноза среднего водопотребления на перспективу определялась на основе критерия Стьюдента на 95% уровне значимости. Область пессимистического и оптимистического прогноза определялась на основе параметров функции плотности распределения случайной величины водопотребления за предыдущие годы. Соответственно водопотребление 25% обеспеченности от текущего уровня – пессимистический прогноз и 75% – оптимистический прогноз. В обоих случаях точность вероятностного прогноза зависит от точности оценки вида и параметров функции распределения, поэтому на этапе первичной обработки были апробированы различные виды законов распределения. При этом для каждого из них оценивался χ^2 -критерий.

Результаты исследования и их обсуждение. Для выявления тенденций и изменений в использовании природных вод в качестве основного показателя водопотребления рассматривается общее водопотребление (использование воды на все нужды народного хозяйства) с расчленением на отдельные отрасли, а также учетные данные по сбросу сточных вод. Динамика использования водных ресурсов по отраслям народного хозяйства представлена на рисунке 1, что хорошо описывается статистическими моделями. В частности полиномами второй степени с коэффициентами корреляции от 0,80 до 0,95. Отмечается общая тенденция снижения потребления воды. Это вызвано различными факторами, среди которых в первую очередь следует отметить спад экономики на начальном этапе становления Беларуси как самостоятельной страны, переход на современные маловодоемкие технологии, изменение политики в области водопотребления и водопользования, направленной на рациональное использование водных ресурсов и т.д.



1 – хозяйственно-питьевое, 2 – сельскохозяйственное, 3 – промышленное; 4 – нужды рыбо-прудового хозяйства

Рис. 1. Динамика использования водных ресурсов Беларуси

Необходимость разработки нескольких сценариев обусловлена известной неопределенностью будущей ситуации как в хозяйственном, так и в природно-климатических аспектах. Возможны разные темпы изменения численности населения, развития промышленного и сельскохозяйственного комплексов, технологий использования воды и др.

Увеличение заблаговременности прогноза сопровождается резким увеличением ошибки, что учитывалось посредством критерия Стьюдента. По отдельным видам водопользования результат линейного прогноза является неприемлемым, в связи с высокими значениями отклонений от линейного тренда. Это в свою очередь связано с отсутствием явной тенденции. В этих случаях прогнозные значения водопотребления по отдельным отраслям хозяйства принимаются на уровне 2013 года. Прогноз сценарных значений разработан на основе аналогичного подхода. Результаты прогноза водопотребления в Республике Беларусь приведены на рисунке 2. Из данного рисунка видно, что для всех временных рядов приемлемым является нормальный закон распределения случайной величины.

Полученные данные прогноза водопотребления для целей орошения не является адекватным, это связано с высокой изменчиво-

стью данного временного ряда и отсутствием установившихся тенденций. Поэтому прогнозные значения приняты неизменными и равными 5 млн. м³ в год для всех сценариев (пессимистичный, оптимистичный и средний).

Как уже отмечалось, рассмотренные сценарии правомерны и для отдельных частей бассейнов. Однако прогноз для них гораздо более неопределен, чем прогноз для Республики Беларусь в целом из-за необходимости учета гораздо большей специфичности при недостаточной информации. На первом этапе исследований строим корреляционные зависимости водопотребления по отдельным отраслям хозяйствования страны в целом и исследуемого района в отдельности.

Бассейн р. Ясельда приходится на несколько административных районов, а именно: Березовский, Пинский, Дрогичинский, Пружанский, Ивацевичский, Ивановский. Пропорционально занимаемой площади и объема водопользования по административным районам определена структура водопользования в пределах бассейна р. Ясельда. Регрессионные зависимости и их графическое представление приведены на рисунке 3. Анализ результатов показал достаточно высокие коэффициенты корреляции между водопользованием в пределах бассейна р. Ясельда и Республики Беларусь в целом.

Используя уравнения, приведенные на рисунке 3, имеем возможность получать прогнозные оценки водопотребления в пределах бассейна р. Ясельда исходя из прогнозных значений для республики в целом, полученные на предыдущих этапах исследования (таблица 2).

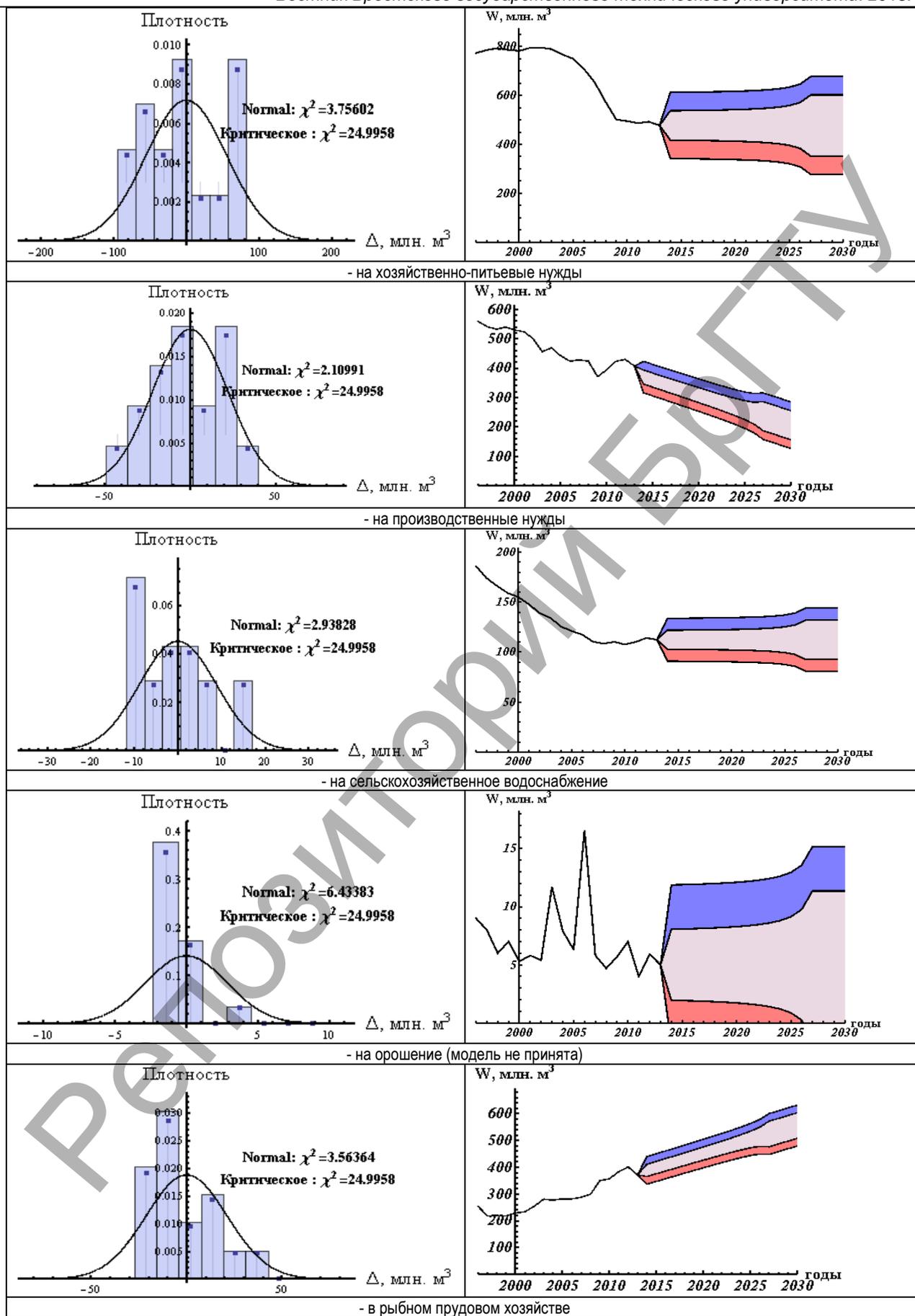
Результаты выполненных расчетов с использованием имеющихся данных показывают, что общее водопотребление по пессимистичному сценарию составит 126,4 млн. м³/год, что на 37% больше чем водопотребление за последние 5 лет, результаты оптимистичного сценария превышают данный период на 17,4%.

Заключение. Конкретные результаты исследований получены на основе применения апробированной для российской территории методики с использованием данных наблюдений за период существования Республики Беларусь как самостоятельного государства, т.е. с 1991 по 2012 годы. Выявленные корреляционные зависимости водопотребления по отдельным отраслям хозяйствования страны в целом и бассейна р. Ясельда в отдельности позволяют определить прогнозные значения элементов водохозяйственного баланса. Расчетные значения возможного водопотребления исследуемого района на уровне 2030 года показывают, что сохранение норм удельного водопотребления на существующем уровне приведет к увеличению нагрузки на водную экосистему (при неблагоприятном развитии сценария увеличение водопотребления произойдет на 37%). Наибольшая величина водопотребления исследуемого бассейна приходится на рыбо-прудовое хозяйство, что составляет 110,13 млн. м³. Рыбоводческие хозяйства нуждаются в воде в весенний период, и часть воды возвращается в реки при осеннем опорожнении прудов, однако при этом необходимо учитывать достаточно большие потери воды на испарение с поверхности прудов. Решение данной проблемы позволит уменьшить водопотребление в бассейне р. Ясельда.

Разработанный прогноз отдельных составляющих водного баланса на долгосрочную перспективу основывается на различных вариантах развития экономики, современных концепциях о перспективах развития водного хозяйства и технологий использования воды. При этом необходимо понимать, что происходящие в последние годы события (например, мировой кризис, демографический взрыв) могут существенно скорректировать результаты прогнозных оценок. Нельзя также исключать возможность появления каких-то принципиально новых технологий вообще и водопотребления в частности.

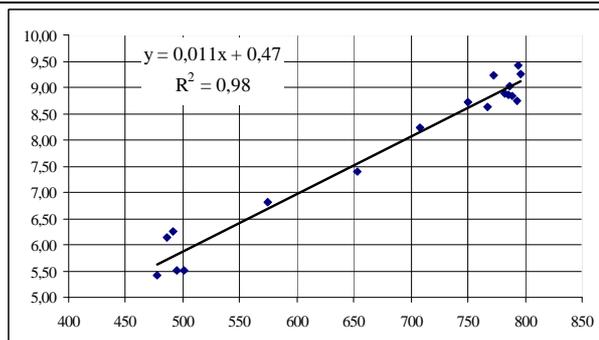
СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Георгиади, А.Г. Современные и сценарные изменения речного стока в бассейнах крупнейших рек России: в 2-х ч-х / А.Г. Георгиади, Н.И. Коронкевич, И.П. Милукова, Е.А. Барабанова – Новосибирск: МАКС Пресс, 2014. – Ч. 2: Бассейны рек Волги и Дона – 216 с.
2. Георгиади, А.Г. Сценарная оценка вероятных изменений речного стока в бассейнах крупнейших рек России: в 2-х ч-х / А.Г. Георгиади [и др.] – М.: Макс-Пресс, 2011. – Ч. 1: Бассейн реки Лены – 179 с.

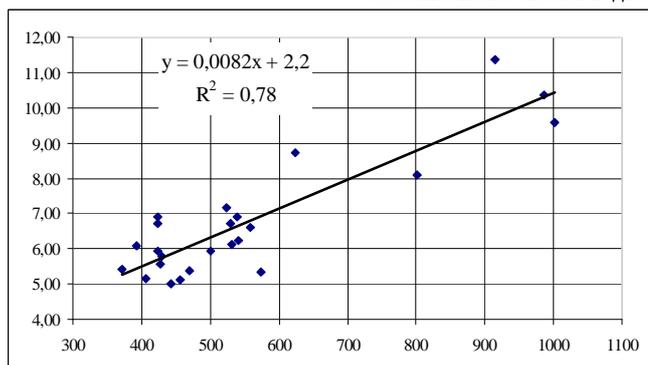


Синяя зона на рисунках справа – пессимистичный прогноз; красная зона – оптимистичный прогноз

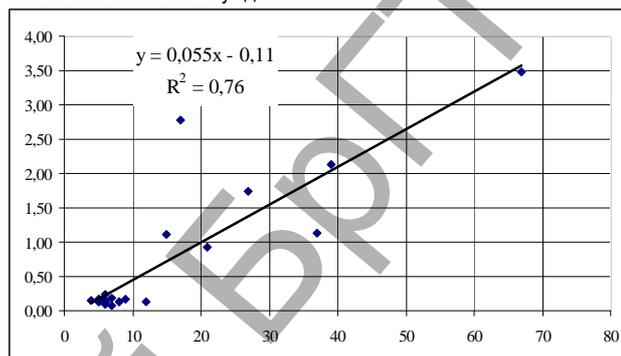
Рис. 2. Прогноз водопотребления Республики Беларусь на 2030 год и параметры функции плотности распределения отклонений линейного тренда Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология



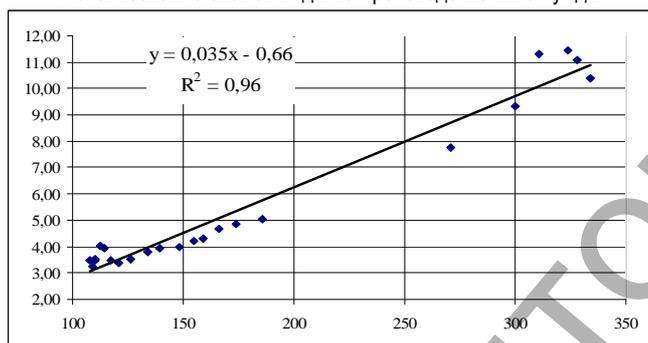
Использование свежей воды на хозяйственно-питьевые нужды



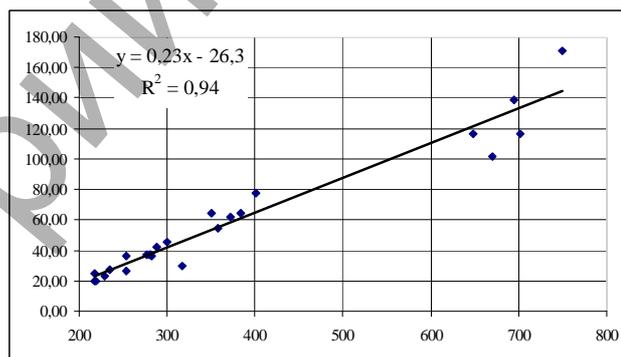
Использование свежей воды на производственные нужды



Использование свежей воды на регулярное орошение



Использование свежей воды на с-х водоснабжение



Использование свежей воды на прудовое рыбное хозяйство

Рис. 3. Графики связи водопотреблений Республики Беларусь и в пределах бассейна р. Ясельда. По осям графиков отложены значения в млн. м³

Таблица 1. Прогнозная оценка водопотребления в пределах бассейна р. Ясельда на 2030 год, млн. м³

Сценарий прогноза	Использовано воды из поверхностных и подземных источников	Использование свежей воды на хозяйственно-питьевые нужды	Использование свежей воды на регулярное орошение	Использование свежей воды на производственные нужды	Использование свежей воды на с-х водоснабжение	Использование свежей воды на прудовое рыбное хозяйство
Оптимистичный	96,80	3,60	0,10	3,40	2,30	87,40
Средний	111,60	5,55	0,13	4,00	3,15	98,77
Пессимистичный	126,40	7,50	0,15	4,60	4,00	110,13

3. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод. – Минск: Минприроды Республики Беларусь, 1994–2008 гг.
4. Киселев, В.Н. Белорусское Полесье: экологические проблемы мелиоративного освоения. – Мн., 1987. – 151 с.
5. Киселев, В.Н. Природа и мелиорация Белорусского Полесья. – Минск: Наука и техника, 1979. – 72 с.
6. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь: статистический сб. Минстат Республики Беларусь, НИИ статистики. – Минск, 1995–2012 гг.
7. Природная среда Беларуси / Под ред. В.Ф. Логинова – Мн.: ООО «БИП-С», 2002.
8. Регионы Республики Беларусь. Основные социально-экономические показатели городов и районов: Статистический сб. Нацстаткомитет Республики Беларусь. – 2013. – Том 1, 2.

Материал поступил в редакцию 11.05.15

VOLCHEK A.A., ZUBRITSKAJ T.E., SHESHKO N.N., SHPENDIK N.N. The forward-looking assessment of water use in the river's basin Yaselda

Correlations of water consumption are set for individual economic sectors of the country in general, and river's basin Yaselda individually, they can identify forward-looking elements of the water balance values. Forecast values of possible water use study area for 2030, this shows that the preservation of the rules of specific water consumption at the current level would increase the burden on the aquatic ecosystem.