

Предприятие	Добыто подземных и изъято поверхностных вод, всего	Изъято поверхностных вод	Добыто подземных вод, вкл. минеральные	Отведено сточной воды в водные объекты
СПК «Мичуринск», Ивацевичский р-н	82	0	82	0
СПК «Обровский», Ивацевичский р-н	88	0	88	0
Городищенская мебельная фабрика, ф-л ЗАО «Холдинг-говая компания «Пинскдрев»»	40	14	26	21
Филиал «Луч» ОАО «Березовский сыродельный комбинат»	132	0	132	0
СПК «Гортоль», Ивацевичский р-н	77	0	77	0
СПК «Ставокский», Пинский р-н	105	0	105	0
ОАО «Изоляция», Березовский р-н	40	0	40	0
СП «Фрост и К» ООО, Дрогичинский р-н	53	0	53	0
ОАО «Березовский комбикормовый завод»	26	0	26	0
Войсковая часть 97063 ГУ «Барановичское ЭУ ВС», в/г Осовцы, Березовский район	35	0	35	0
ОАО «Березовский мясоконсервный комбинат», Оздоровительный лагерь «Березка»	4,5	0	4,5	0
СОО «Вариант», Березовский р-н	5,1	0	5,1	0
ГУ «Барановичское ЭУ ВС», в/г № 1 Бронная Гора, в/ч 67878, Березовский р-н	54	0	54	0
ОАО «Франдеса», г. Береза	5,8	0	5,8	0
Пинские электрические сети, филиал РУП «Брестэнерго»	1,1	0	1,1	0
РУП Автомобильных дорог «Бреставтодор», ф-л ДЭУ-23	1,4	0	1,4	0
ИЧПТУП «САРИЯ Био-Индастрис», Березовский р-н	65	0	65	22
ГУПП «Белоозерский ЗБИ»	0,6	0	0,6	0
Санаторий «Пралеска» открытого акционерного общества «Амкодор-Белвар»	0,6	0	0,6	0
ОАО «Бабушкино подворье», Хотимский р-н	0	0	0	35

#### 4.3.3. Прогнозные оценки водопотребления в бассейне

Река Ясельда является важным социально-экономическим фактором развития Белорусского Полесья. Однако происходящие в последние десятилетия значительные изменения климатических условий, а также резкая трансформация водохозяйственного комплекса привели к изменениям элементов водохозяйственного баланса всей страны в целом и бассейна данной реки в частности [506].

Выявление и прогноз изменения структуры и объема водопотребления бассейна р. Ясельды необходимы при разработке перспективных водохозяйственных балансов, которые позволят определить состав водохозяйственных мероприятий, обеспечивающих рациональное использование водных ресурсов на ближайший период и перспективу. Разработка стратегии развития различных секторов экономики Республики Беларусь осуществляется с учетом водного фактора, который базируется на данных о прогнозных показателях водопотребления отдельных бассейнов [50]. Научные исследования в области изучения водохозяйственных балансов должны быть направлены на повышение надежности оценки водных ресурсов, определения существующих и прогнозных потребностей в воде.

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. Ясельды использованы материалы статистической отчетности, почерпнутые из статистических сборников за период с 1991 по 2012 год (с начала существования Республики Беларусь как самостоятельного государства), официальных сайтов Службы государственной статистики и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. 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. Ясельды.

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. Ясельды), особенно по отраслям хозяй-

ствования, то целесообразна разработка прогноза водопотребления по отдельным отраслям народного хозяйства республики в целом, а затем перенос тенденций на изучаемый бассейн посредством корреляционного анализа. Данный подход был реализован в Институте географии РАН для равнинных бассейнов рек территории Российской Федерации. В качестве прогнозной модели использовали линейный тренд. Применение более сложных математических моделей (авторегрессионных, метода «гусеницы» и т. д.) затруднено в связи с малой продолжительностью временного ряда. В этом случае выявление квазициклических изменений осложнено нестационарностью 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 границы области прогноза среднего водопотребления на перспективу определялись на основе критерия Стьюдента на 95%-ном уровне значимости. Область пессимистического и оптимистического прогноза определялась на основе параметров функции плотности распределения случайной величины водопотребления за предыдущие годы. Соответственно водопотребление 25%-ной 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  $\chi^2$ -критерий.

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 4.25. Она 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.

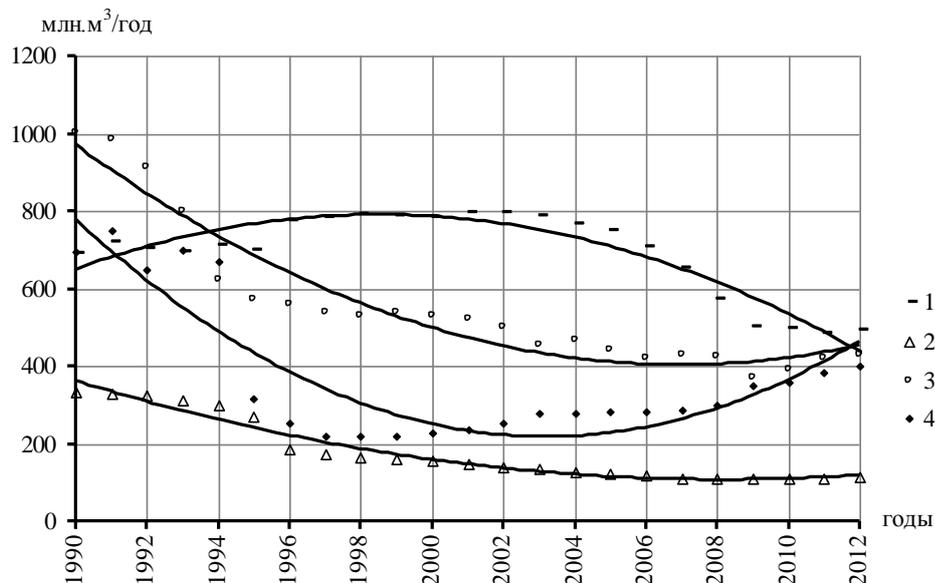
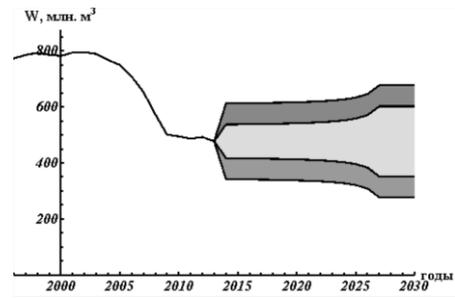
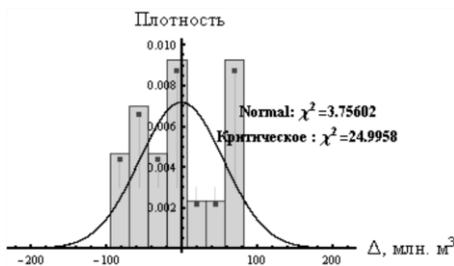
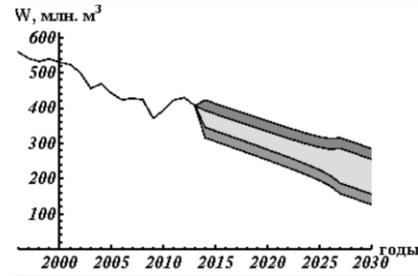
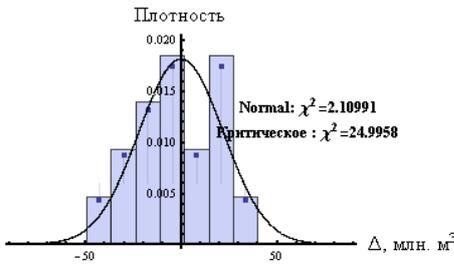


Рисунок 4.25 – Динамика использования водных ресурсов Беларуси: 1 – хозяйственно-питьевое, 2 – сельскохозяйственное, 3 – промышленное; 4 – нужды рыбо-прудового хозяйства

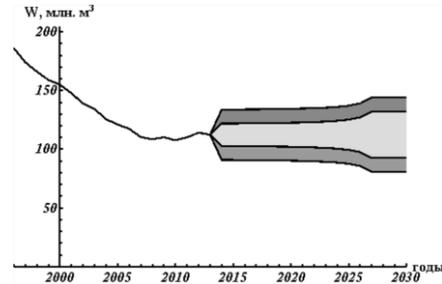
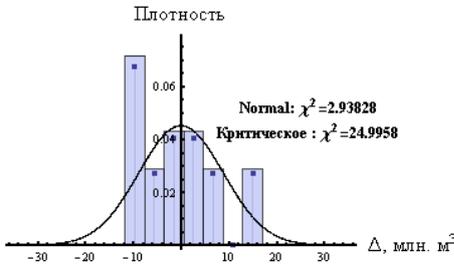
Необходимость разработки нескольких сценариев обусловлена известной неопределенностью будущей ситуации как в хозяйственном, так и в природно-климатическом аспекте. Возможны разные темпы изменения численности населения, развития промышленного и сельскохозяйственного комплексов, технологий использования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



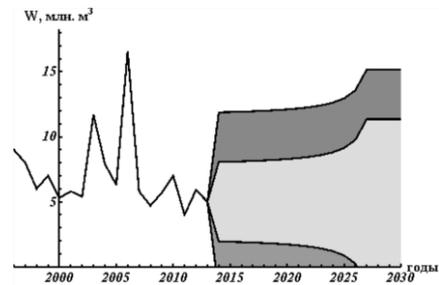
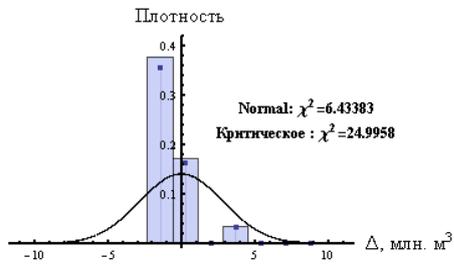
На хозяйственно-питьевые нужды



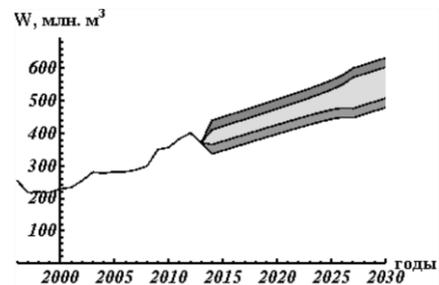
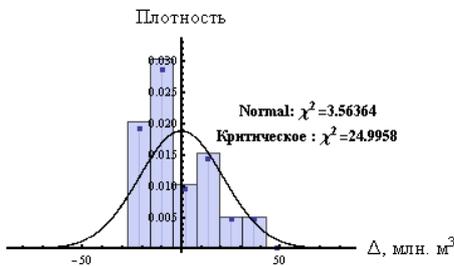
На производственные нужды



На сельскохозяйственное водоснабжение



На орошение (модель не принята)



В рыбном прудовом хозяйстве

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

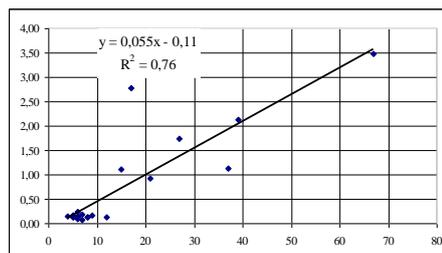
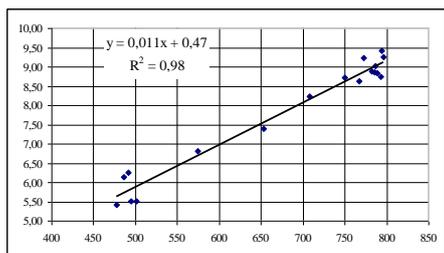
Рисунок 4.26 – Прогноз водопотребления Республики Беларусь на 2030 год и параметры функции плотности распределения отклонений линейного тренда

Увеличение заблаговременности прогноза сопровождается резким увеличением возможности 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 г. Прогноз сценарных значений разработан на основе аналогичного подхода. Результаты прогноза водопотребления в Республике Беларусь приведены на рисунке 4.26, где показано, что для всех временных рядов приемлемым является нормальный закон распределения случайной величины.

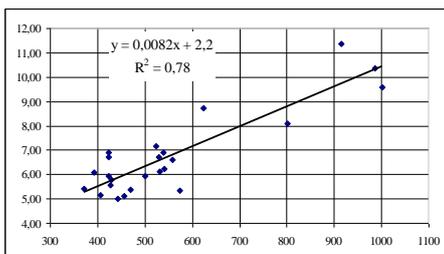
Полученные данные прогноза водопотребления для целей орошения не являются адекватными, что связано с высокой изменчивостью данного временного ряда и отсутствием установившихся тенденций. Поэтому прогнозные значения приняты неизменными и равными 5 млн м<sup>3</sup> в год для всех сценариев (пессимистичный, оптимистичный и средний).

Как уже отмечалось, рассмотренные сценарии правомерны и для отдельных частей бассейнов, однако прогноз для них гораздо более неопределенный, 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.

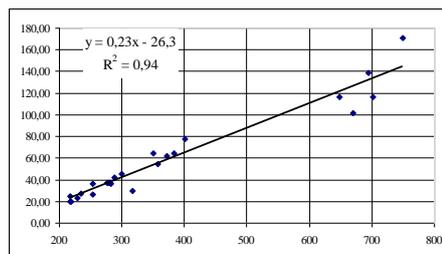
Бассейн р. Ясельды приходится на несколько административных районов, а именно: Березовский, Пинский, Дрогичинский, Пружанский, Ивацевичский, Ивановский. Пропорционально занимаемой площади и объему водопользования по административным районам определена структура водопользования в пределах бассейна р. Ясельды. Регрессионные зависимости и их графическое представление приведены на рисунке 4.27. Анализ результатов показал достаточно высокие коэффициенты корреляции между водопользованием в пределах бассейна р. Ясельды и Республики Беларусь в целом.



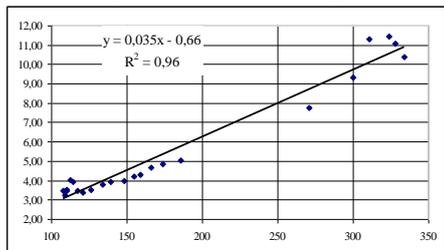
На хозяйственно-питьевые нужды



На регулярное орошение



На производственные нужды



На прудовое рыбное хозяйство

По осям графиков отложены значения в млн м<sup>3</sup>.

На сельскохозяйственное водоснабжение

Рисунок 4.27 – Графики связи водопотребления Республики Беларусь и в бассейне р. Ясельды по характеру использования свежей воды

Используя уравнения, приведенные на рисунке 4.27, имеем возможность получать прогнозные оценки водопотребления в пределах бассейна р. Ясельды исходя из прогнозных значений для Республики Беларусь в целом, полученные на предыдущих этапах исследования (табл. 4.11).

Таблица 4.11 – Прогнозная оценка водопотребления в пределах бассейна р. Ясельды на 2030 г., млн м<sup>3</sup>

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

Результаты выполненных расчетов с использованием имеющихся данных показывают, что общее водопотребление по пессимистичному сценарию составит 126,4 млн м<sup>3</sup>/год, что на 37 % больше, чем водопотребление за последние 5 лет; по оптимистичному – на 17,4 %.

Конкретные результаты исследований получены на основе применения апробированной для российской территории методики с использованием данных наблюдений за период с начала существования Республики Беларусь как самостоятельного государства, т. е. с 1991 по 2012 год. Выявленные корреляционные зависимости водопотребления по отдельным отраслям хозяйствования страны в целом и бассейна р. Ясельды в частности позволяют определить прогнозные значения элементов водохозяйственного баланса. Расчетные значения возможного водопотребления исследуемого района на уровне 2030 г. 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 м<sup>3</sup>. 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. Ясельды.

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 подъем) могут существенно скорректировать результаты прогнозных оценок. Нельзя также исключать возможность появления каких-то принципиально новых технологий вообще и водопотребления в частности.

#### 4.3.4. Водохранилища

Водохранилище – искусственный водоем, созданный в целях накопления и последующего использования воды, а также регулирования речного стока. Необходимость создания искусственных водоемов (прудов, водохранилищ) определяется потребностью народного хозяйства в воде, а возможность их создания в том или ином месте – природными условиями территории. Размеры водоемов, их размещение зависят от рельефа территории, структуры гидрографической сети, а их наполнение, заиление и другие внутриводоемные процессы связаны с климатическими и гидрологическими характеристиками водосборов.

Согласно принятой классификации к водохранилищам относят искусственные водоемы с полным объемом воды 1 млн м<sup>3</sup> и более. В настоящее время на территории Беларуси насчитывается 153 водохранилища. По объему водной массы их условно можно разделить на три группы: малые (объемом менее 10 млн м<sup>3</sup>), небольшие (10–100 млн м<sup>3</sup>) и средние (более 100 млн м<sup>3</sup>). К категории малых относится 76,8 % водохранилищ от их общего количества, небольших – 18,5 %, средних – 4,6 %. На долю речных водохранилищ приходится 47,0 %; наливных – 43,7 %; озерных и озерно-речных – 9,3 %.

В бассейне р. Ясельды эксплуатируется 14 водохранилищ сезонного регулирования (табл. 4.12, рис. 4.28). Равнинный характер территории и хорошая выработанность речной долины не позволяют осуществлять работы по глубокому регулированию речного стока. Этот факт обусловил создание