

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 м³

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 м³/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 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. 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 м³ 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 м³), небольшие (10–100 млн м³) и средние (более 100 млн м³). 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

здесь преимущественно малых водохранилищ (85,7 %). Создание водохранилищ в бассейне реки относится к периоду активного освоения мелиорируемых земель. Согласно проектным данным они предназначались для осушительно-увлажнительных мероприятий и рыборазведения.

На современном этапе развития их целевое назначение постепенно меняется, и основным видом хозяйственного использования становится рекреация.

Таблица 4.12 – Основные характеристики водохранилищ бассейна р. Ясельды

Название водохранилища, год создания	Тип водохранилища	Объем, млн м ³		Площадь водного зеркала при НПУ, км ²	Современное использование водохранилища
		полный	полезный		
Корнадское (1978)	наливное	6,21	5,13	2,4	увлажнение, рекреация
Лубяньское (1978)	речное	1,04	0,66	0,7	рекреация
Рудниковское (1978)	наливное	1,19	0,83	0,9	увлажнение, рекреация
Либерполь (1979)	речное	4,15	3,12	2,9	
Гоща (1981)	озерное	4,00	0,79	0,8	
Джидинье (1981)		6,99	4,32	2,5	
Оброво (1984)	наливное	7,10	5,85	1,6	рекреация
Береза I (1985)	озерное	33,3	18,8	18,7	рекреация, водообеспечение Березовской ГРЭС
Кривичи-1 (1986)	наливное	1,84	1,58	0,5	увлажнение, рекреация
Селец (1986)	речное	56,3	41,5	20,7	водообеспечение рыбхоза «Селец», рекреация
Хомск (1988)	наливное	2,92	2,38	0,8	увлажнение, рекреация
Тышковичи (1991)		4,98	4,57	2,1	рекреация
Новое (1992)		1,11	0,66	0,3	рекреация
Бездеж (1994)		1,34	1,13	0,5	увлажнение, рыборазведение

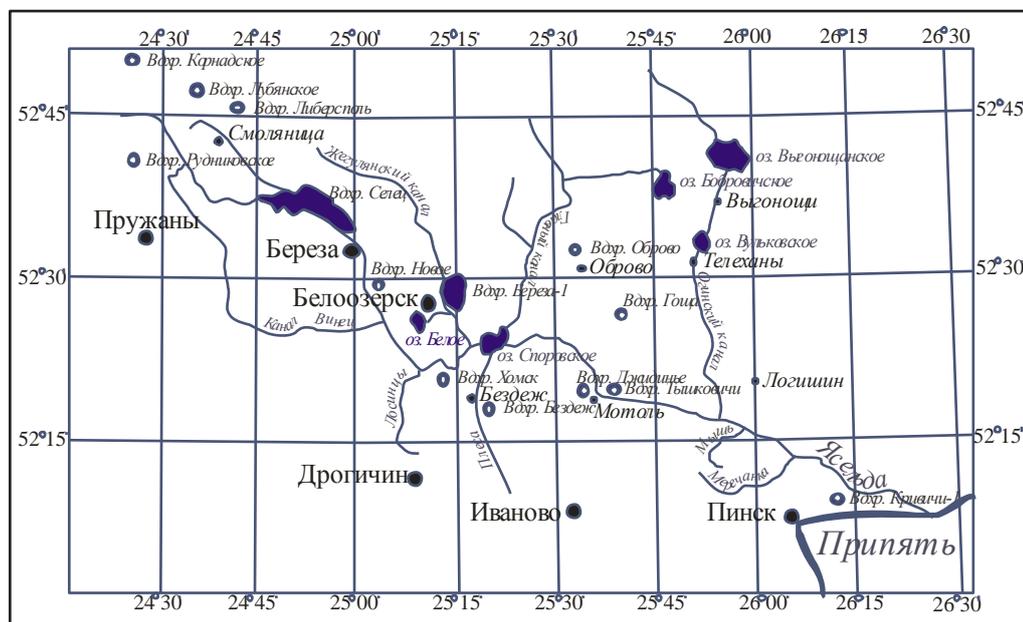


Рисунок 4.28 – Схема размещения водохранилищ в бассейне р. Ясельды

В условиях Беларуси наиболее эффективным сроком эксплуатации водохранилищ является период продолжительностью 40–60 лет, после чего необходимо проведение мероприятий по их обновлению и реконструкции. Несмотря на относительную «молодость» водохранилищ бассейна р. Ясельды (13–29 лет), существенное влияние на их хозяйственное использование оказывают процессы занесения и заиления ложа, зарастания акватории высшей водной растительностью.

Для определения целесообразности дальнейшего увеличения числа искусственных водоемов, а также расчета схем водохозяйственного благоустройства территории необходима количественная

оценка существующей степени регулирования речного стока. При этом обязательно выполнение условия сохранения в реке необходимого объема экологического стока, при котором возможно сохранение природы данных водных объектов. По мнению Л. Д. Буткевич [54], полный объем искусственных водоемов в бассейне реки не должен превышать 20–30 % объема ее среднегодового стока. Однако вопросы оптимального регулирования речного стока с точки зрения экологии и удовлетворения интересов различных отраслей народного хозяйства до сих пор не имеют приемлемого решения [593].

Процент зарегулированности стока водохранилищами по бассейнам рек заметно меняется (табл. 4.13). Относительная емкость водохранилищ (отношение объема водохранилищ к объему стока), созданных в бассейне р. Ясельды, в зависимости от водности года составляет 18,2–41,8 % годового объема стока в устье этой реки, что является одним из самых высоких показателей в целом по стране.

Таблица 4.13 – Показатели зарегулированности местного стока водохранилищами

Характеристика	Бассейн реки						В целом по Беларуси
	Зап. Двина	Неман	Зап. Буг	Днепр	Припять (вкл. Ясельду)	Ясельда	
<i>Объемы водохранилищ, млн м³</i>							
<u>Полный</u> полезный	<u>1709*</u> 281	<u>317</u> 263	<u>65</u> 31	<u>459</u> 287	<u>585</u> 430	<u>133</u> 91	<u>3135</u> 1292
<i>Годовой объем стока, млн м³ обеспеченностью</i>							
<i>P=25 %</i>	8280	10300	1740	13600	8870	731	42790
<i>P=50 %</i>	7010	9260	1430	11600	6970	627	36270
<i>P=95 %</i>	4270	6680	900	7350	3190	318	22390
<i>Относительная емкость водоемов, % при стоке обеспеченностью</i>							
<i>P=25 %</i>	<u>20,6</u> 3,4	<u>3,1</u> 2,6	<u>3,7</u> 1,8	<u>3,4</u> 2,1	<u>6,7</u> 4,8	<u>18,2</u> 12,4	<u>7,3</u> 3,0
<i>P=50 %</i>	<u>24,4</u> 4,0	<u>3,4</u> 2,8	<u>4,5</u> 2,2	<u>4,0</u> 2,5	<u>8,4</u> 6,2	<u>21,2</u> 14,5	<u>8,6</u> 3,6
<i>P=95 %</i>	<u>40,0</u> 6,6	<u>4,7</u> 3,9	<u>7,2</u> 3,4	<u>6,2</u> 3,9	<u>18,3</u> 13,5	<u>41,8</u> 28,6	<u>14,0</u> 5,8

Примечание: В числителе приведен полный объем водохранилища, в знаменателе – полезный объем.

В условиях Беларуси наиболее экономически оправдано создание искусственных водоемов на базе озер, что обусловлено низким показателем удельных затоплений и более низкой стоимостью зарегулированных объемов воды. Так, стоимость 1 м³ полезного объема озерного водохранилища обходится примерно в 6 раз дешевле, чем в других типах водохранилищ [242]. При их создании на территории Полесской низменности возникает необходимость обвалования берегов дамбами, что в сочетании с изъятием донных отложений из озерной котловины обеспечивает максимальное увеличение объема воды в озере. Подобным образом были созданы водохранилища Береза-1, Джидинье, Гоща. Площадь затоплений при этом составила соответственно 1,38; 1,76 и 0,08 км².

Создание искусственных водоемов приводит к существенному преобразованию природы окружающих территорий. К основным отрицательным моментам следует отнести подпор уровня грунтовых вод и вызванное этим подтопление прилегающих земель, изменение почвенно-растительного покрова и животного мира побережий. Кроме этого, отмечаются характерные изменения в микроклимате прилегающих территорий: температуре и влажности воздуха, ветровом режиме, количестве выпадающих осадков и т. д. Опыт эксплуатации водохранилищ озерного типа (Джидинье и Гоща) показал, что необратимые изменения в природном комплексе их побережий, ведущие к смене существующих здесь ландшафтов, отмечаются при подъеме уровня воды в озере на 2 м и более. При подъеме воды в озере менее чем на 0,5 м, как на оз. Черное (водохранилище Береза-1), все изменения носят локальный характер и быстро затухают [614].

Исследования, проведенные на территории Украины, Прибалтики и Беларуси, показали, что территория, на которой проявляется климатическое влияние водохранилищ, сопоставима с площадью их водного зеркала, что значительно упрощает расчеты. В качестве количественной оценки суммарной площади влияния прудов и водохранилищ в пределах отдельных водосборных бассейнов предложен коэффициент $K_{ок.н}$, определяемый по формуле [614]

$$K_{ок.н} = \frac{\Sigma S_{вод} + \Sigma S_{пр}}{S_{г.б}} \cdot 100\% , \quad (4.24)$$

где $S_{в.б}$ – площадь водосборного бассейна; $S_{вод}$ – площадь территории суши, находящейся под влиянием водохранилищ; $S_{пр}$ – площадь территории суши, находящейся под влиянием прудов

Коэффициент для бассейна р. Ясельды равен 1,08, что в два раза превышает средний показатель по стране (табл. 4.14).

Таблица 4.14 – Расчет $K_{ок.п.}$ для водосборных бассейнов р. Припяти и р. Ясельды

Река	Суммарная площадь водного зеркала водохранилищ и прудов, км ²	Площадь водосборного бассейна, км ²	$K_{ок.п.}$
Ясельда	60,6	5590*	1,08
Припять	233,9	50900	0,46
В целом по Беларуси	978,9	207600	0,47

Примечание: * – по состоянию на 01.01.2008 согласно данным Гидрометцентра.

Вместе с тем влияние водохранилищ речной группы не ограничивается территорией, примыкающей к верхнему бьефу, а распространяется на десятки, а иногда и сотни километров ниже плотины. Это влияние столь многогранно, что многие аспекты данного вопроса остаются неизученными, поэтому выполненные расчеты носят приблизительный характер. Ниже плотины отмечается перераспределение речного стока во времени, изменение режима наносов, теплового стока и ледовых условий, а также гидрохимического режима реки, нарушение режима затопления поймы [161, 163].

Широкое использование водохранилищ в хозяйственных целях требует соответствующего качества воды. Помимо стока водотоков и склонового стока, в формировании химического состава воды водохранилищ участвуют грунтовые воды и атмосферные осадки. Под влиянием внутриводоемных процессов – комплекса физико-химических, гидрологических и биологических факторов, химический состав воды меняется и в нижний бьеф сбрасывается вода с несколько трансформированными характеристиками. В целом водохранилища, играя барьерную роль, улучшают качество воды зарегулированных водотоков. Это проявляется в улучшении кислородного режима рек, в разбавлении концентраций веществ антропогенного и естественного происхождения, поступающих с речным стоком. При наличии высшей водной растительности в водоеме коэффициент скорости самоочищения вод увеличивается в 2 и более раза. Интенсивность проявления внутриводоемных процессов определяется временем пребывания водных масс в водоеме. Установлено, что при водообмене больше 7 гидрохимические режимы водохранилища и реки уже практически не отличаются [577]. Речные водохранилища бассейна р. Ясельды относятся к водоемам со средним и значительным водообменом (табл. 4.15).

Таблица 4.15 – Характеристика водообмена речных водохранилищ бассейна р. Ясельды

Водохранилище	Коэффициент условного водообмена в годы различной водности		
	многоводный	средний	маловодный
Селец	2,85	2,54	1,92
Либерполь	3,61	2,12	1,78
Лубянское	1,41	1,18	0,94

Негативное влияние на гидрохимический режим искусственных водоемов, созданных в Полесье, оказывают болотные воды, несущие большое количество трудно окисляемого органического вещества. В связи с этим повышение их трофического уровня идет более высокими темпами. Не менее важное влияние на процесс эвтрофирования рассматриваемых водохранилищ оказывает хозяйственная деятельность человека.

В целом, учитывая значительную зарегулированность стока р. Ясельды, дальнейшее развитие водохозяйственного комплекса рассматриваемого региона, необходимо идти по пути реконструкции существующих водохранилищ, благоустройства прилегающих к ним территорий и оптимизации режима эксплуатации с целью их комплексного использования. Особое внимание при этом требуется уделить сохранению экологического состояния этих водных объектов и связанных с ними экосистем.

Наибольшим водохранилищем в бассейне Ясельды является Селец, расположенное в Березовском районе. Его строительство продолжалось с октября 1977 г. по 1986 г. Оно предназначено для рыбоводного хозяйства, увлажнения сельскохозяйственных угодий, противопожарных и хозяйственных нужд. Основные характеристики водохранилища приведены в таблице 4.16, а его схема на рисунке 4.29.

Таблица 4.16 – Основные характеристики водохранилища «Селец»

Характеристики	Величина
Площадь водосбора в створе плотины, км ²	681
Объем годового стока 75 % обеспеченности, млн м ³	93,58
То же , 50 % обеспеченности, млн м ³	101
Максимальный расход воды весеннего половодья $P = 1 \%$, м ³ /с	98,1
Максимальный сбросной расход воды при ФПУ ¹ , м ³ /с	68,0
Среднемноголетний расход воды, м ³ /с	3,52
Вид регулирования стока	Сезонное
Длина, км	11,3
Ширина максимальная, км	4,1
Ширина средняя, км	1,84
Площадь зеркала при НПУ ² , км ²	20,7
Объем полный, млн м ³	56,3
Объем полезный, млн м ³	41,5
Отметка форсированного подпорного уровня ФПУ, м	154,26
Отметка нормального подпорного уровня, НПУ, м	154,0
Отметка уровня мертвого объема, УМО ³ , м	151,5
Средняя глубина при НПУ, м	2,7
Глубина максимальная при НПУ, м	5,4

Примечания: ¹ – форсированный подпорный уровень; ² – нормальный подпорный уровень; ³ – уровень мертвого объема.

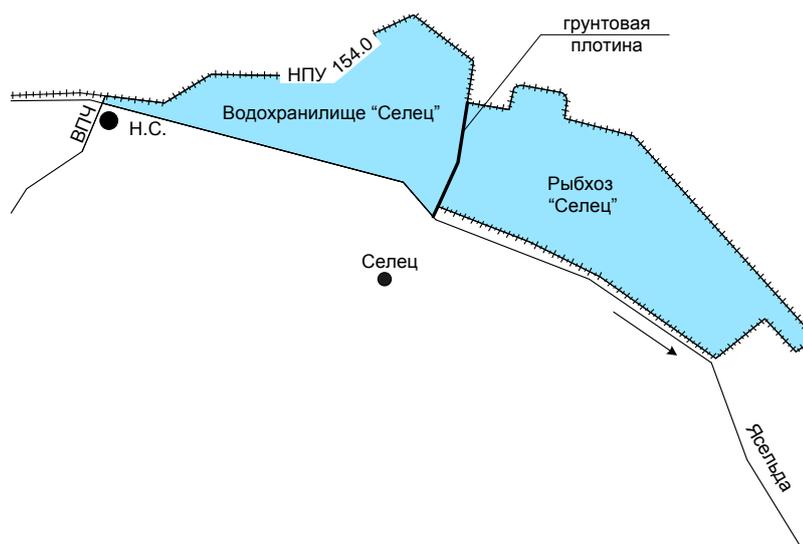


Рисунок 4.29 – Схема водохранилища Селец

4.3.5. Водохозяйственный баланс водохранилища Селец

Расчет водохозяйственного баланса – необходимое условие рационального использования водных ресурсов и хозяйственной деятельности.

Водохозяйственный баланс выясняет доступные к использованию водные ресурсы; подтверждает возможность удовлетворить ими намечаемое развитие хозяйства или указывает на исчерпание (дефицит) водных ресурсов; устанавливает принципиальный состав водохозяйственных мероприятий по покрытию (сведению) дефицитов воды при различных вариантах размещения водоемких потребителей: регулирование стока водохранилищами, привлечение вод из других бассейнов и др.; определяет, в некоторых случаях, свободный объем воды, оставшийся в реке для использования его за пределами рассматриваемой территории.

Водохозяйственный баланс водохранилищ состоит из приходной и расходной частей.

Приходная часть баланса включает следующие элементы:

- естественный поверхностный сток – Q_e ;
- доля эксплуатационных расходов подземных вод, которая гидравлически не связана с поверхностными – Q_n ;