



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Кафедра комплексного использования водных ресурсов и гидравлики

УТВЕРЖДАЮ:

Начальник УМУ  А.В. Ешин  
" 11 " 03 2020 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К НАПИСАНИЮ  
КУРСОВОЙ РАБОТЫ

**ПРОЕКТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
И ВОДООХРАННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В РЕЧНОМ БАССЕЙНЕ**

ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.13

**ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

для бакалавров

Направление: 20.03.02 Природообустройство и водопользование

Направленности: Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения, Природоохранные гидротехнические сооружения, Экспертиза и управление земельными ресурсами, Комплексное использование и охрана водных ресурсов

Курс – III

Семестр – 5

Обучение очное

Москва, 2020

Разработчики: профессор, к.т.н. Раткович Л.Д., доцент, к.т.н. Маркин В.Н., доцент, к.т.н. Глазунова И.В., доцент, к.т.н. Соколова С.А., доцент, к.т.н. Матвеева Т.И.

«17» 11 2019 г.

Рецензент – профессор кафедры гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока, профессор, д.т.н. Клепов В.И.

«11» 11 2019 г.

Методические указания обсуждены на заседании кафедры

«3» декабря 2019 г., протокол № 5  
Зав. кафедрой А.М. Бакштанин

**Согласовано:**

Начальник методического  
отдела УМУ

Н.Г. Романова

«11» 03 2020 г.

И.о. директора института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Д.М. Бенин

«17» 02 2020 г.

Председатель УМК  
института мелиорации, водного хозяйства  
и строительства  
имени А.Н. Костякова А.М. Бакштанин

А.М. Бакштанин  
«17» 02 2020 г.

**Бумажный экземпляр и копия электронного варианта получены:**  
Методический отдел УМУ

«11» 03 2020 г.

**СОДЕРЖАНИЕ****стр.**

Аннотация	4
1. Цель и задачи курсовой работы	5
2. Перечень планируемых результатов выполнения курсовой работы по дисциплине , соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	6 9
3. Структура курсовой работы	9
4. Методика и порядок выполнения курсовой работы	
5. Требования к оформлению курсовой работы	34
6. Порядок защиты курсовой работы	43
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсовой работы	45
8. Методическое, программное обеспечение курсовой работы	46

**АННОТАЦИЯ**  
**курсовой работы учебной дисциплины**  
**Б1.Б.13 «Водохозяйственные системы и водопользование»**  
**для подготовки бакалавров**  
**форма обучения - очная**

**по направлению 20.03.02 Природообустройство и водопользование**

**направленности:** Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения, Природоохранные гидротехнические сооружения, Экспертиза и управление земельными ресурсами, Комплексное использование и охрана водных ресурсов

Цель разработки курсовой работы дисциплины «Водохозяйственные системы и водопользование» - направление подготовки 20.03.02 направленности - Инженерные системы водоснабжения, обводнения и водоотведения, Природоохранные гидротехнические сооружения, Экспертиза и управление земельными ресурсами, Комплексное использование и охрана водных ресурсов состоит в приобретении навыков водохозяйственного обоснования проектных мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов с целью экономии водных ресурсов и поддержанию качества вод. Выбор речного бассейна соответствует указанным показателям в задании на проектирование, студентом выполняется гидролого-водохозяйственное описание речного бассейна. Рассматриваются водохозяйственные системы различного назначения, изучаются методы расчета режима водопотребления и водоотведения, отраслевых (санитарно-экологического и транспортно-энергетического) и комплексного попусков, объемы предельного загрязнения водного объекта (обеспечивающих нормативное качество воды) в зависимости от режима сброса сточных вод, выполняются водохозяйственные балансы расчетных маловодных лет в разрезе рекомендуемых водохозяйственных и водоохраных мероприятий в условиях сезонного регулирования стока, оценивается их водохозяйственная и экологическая эффективность. Определяются проектные параметры водохранилища сезонного регулирования, рассчитываются мертвый объем и объем форсировки, строятся батиграфические и объемные кривые для отслеживания уровненного режима в ходе сработки и наполнения водохранилища. Для варианта включения гидроэлектростанции в составе гидроузла проводятся водно-энергетические расчеты по определению гарантированной и установленной мощности и выработки электроэнергии на ГЭС. По сумме проектных разработок назначаются характерные отметки гидроузла (УМО, НПУ, ФПУ), оценивается суммарная стоимость проекта и себестоимость кубометра воды.

Роль курсовой работы в освоении дисциплины Б1.Б.13 «Водохозяйственные системы и водопользование» состоит в освоении подходов к определению показателей водохозяйственной системы, нормативов водопользования и качества воды, обосновании параметров водохранилища с учётом требований водоснабжения, энергетики и орошаемого земледелия, в обосновании рекомендуемых водохозяйственных и водоохраных мероприятий в условиях сезонного регулирования сто-

ка, оценки водохозяйственной и экологической эффективности; способствует формированию компетенций ОК-7, ОПК-2, ПК-2, ПК-8.

Курсовая работа имеет проектный характер

### **1. Цель и задачи курсовой работы**

Выполнение курсовой работы по дисциплине «Водохозяйственные системы и водопользование» для направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» направленность «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» проводится с целью проектного обоснования водохозяйственных и водоохраных мероприятий по рациональному водопользованию в выбранном речном бассейне. Курсовая работа позволяет решить следующие задачи:

- Гидролого-водохозяйственное описание речного бассейна и определение основных гидрологических характеристик с построением кривой обеспеченности в расчетном створе и расчетных гидрографов характерной водности
- Расчет объемов и режима водопотребления и водоотведения в бассейне реки в разрезе отраслей хозяйства
- Расчет транспортно-энергетических и санитарно-экологических попусков
- Разработка водохозяйственного баланса расчетного маловодного года с учетом качества воды в годовых объемах стока и водопотребления
- Обоснование водохозяйственных и водоохраных мероприятий, согласующихся с методологией рационального использования вод для сведения годового водохозяйственного баланса:
  - модернизация промышленности путем широкого внедрения оборотных и комбинированных систем водоснабжения в промышленности
  - увеличение мощности очистных сооружений города и промышленных предприятий
  - строительство и улучшение ливневой канализации городских территорий
  - оптимизация режима орошения и реконструкция оросительных систем с целью сокращения оросительных норм по методике В.В. Шабанова
  - повторное использование городских сточных вод и животноводческих стоков
  - для орошения ЗПО
  - мероприятия на водосборе с целью сокращения диффузных стоков с орошаемых и богарных земель: строительство и реконструкция водоохраных зон, создание биоинженерных сооружений
- Формирование сведенного водохозяйственного баланса расчетного маловодного года в годовых объемах стока и водопотребления
- Водохозяйственные расчеты по определению параметров водохранилища сезонного регулирования стока:
  - определение мертвого объема как наибольшего:
    - из условий заиления  $V_{заил}$
    - удовлетворяющего санитарно-экологическим требованиям  $V_{сэж}$

- обеспечивающего уровненный режим для нормальной работы водозаборных сооружений  $V_{взб}$
  - обеспечивающего минимальную гарантированную мощность  $V_N, V_3$
  - обеспечивающего в ряде случаев судоходство в верхнем бьефе при полной сработке полезной емкости
  - определение полного объема водохранилища на основании водохозяйственного баланса расчетного года в месячных интервалах времени
  - водно-энергетические расчеты: суточный график нагрузки энергосистемы, анализирующая кривая, определение суточной выработки электроэнергии, пиковой и гарантированной мощности, установленной мощности.
  - Размещение водопотребителей на карте – схеме
- Составление технической записки проекта.

## **2. Перечень планируемых результатов выполнения курсовой работы по дисциплине «Водохозяйственные системы и водопользование», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Реализация в курсовой работе по дисциплине «Водохозяйственные системы и водопользование» требований ФГОС ВО, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 20.03.02 Природообустройство и водопользование должна формировать следующие компетенции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам выполнения курсовой работы по учебной дисциплине Б1.Б.13 «Водохозяйственные системы и водопользование»

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате выполнения курсовой работы по учебной дисциплине Б1.Б.13 «Водохозяйственные системы и водопользование» обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	этапы развития отечественного водопользования основные задачи, организационную структуру и принципы управления водным хозяйством	применять принципы системного подхода к анализу водохозяйственных объектов; анализировать водохозяйственную обстановку на рассматриваемом объекте	навыками анализа физико-географических характеристик водосбора, оценки природно-климатических условий
2.	ОПК-2	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	водное хозяйство, перспективы развития водохозяйственного комплекса страны и основные направления государственной политики в области водного хозяйства, основные принципы водопользования	устанавливать возможные источники антропогенного воздействия на водные объекты; анализировать исторические и экологические предпосылки для водохозяйственного развития региона	подходами к рассмотрению водохозяйственных проблем и формирования проектного плана
3.	ПК-2	способностью использовать положения водного и земельного законодательства и правил охраны природных ресурсов при водопользовании, землепользовании и обустройстве природной среды	водное хозяйство, перспективы развития водохозяйственного комплекса страны и основные направления государственной политики в области водного хозяйства, основные принципы водопользования водное хозяйство, перспективы развития водохозяйственного комплекса страны и основные направления государственной политики в области водного хозяйства, основные принципы водопользования	устанавливать возможные источники антропогенного воздействия на водные объекты; анализировать исторические и экологические предпосылки для водохозяйственного развития региона составлять гидролого-водохозяйственный очерк при-	выявления причин существующих и назревающих эколого-водохозяйственных проблем планирования водохозяйственной деятельности в речном бассейне или регионе

			<p>методы получения всесторонней информации о водных объектах</p> <p>нормы водопотребления и водоотведения</p>	<p>менительно к бассейну, части бассейна, региона</p> <p>давать экспертную оценку водообеспеченности, экологической безопасности и опасности затопления территорий</p>	<p>проведения несложных водохозяйственных расчетов;</p>
4	ПК-8	<p>способностью использовать основные положения и методы социальных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач, способностью анализировать социально-значимые проблемы и процессы, умением использовать нормативные правовые документы в своей деятельности</p>	<p>цели и задачи функционирования водохозяйственных систем</p> <p>отраслевые водохозяйственные системы</p> <p>системы регулирования и территориального перераспределения страны</p> <p>методологию принятия решений в водном хозяйстве, принципы системного подхода к анализу водохозяйственных проблем;</p> <p>методология схем КИОВО;</p> <p>основы методики обоснования водохозяйственных и водоохранных мероприятий; принципиальные схемы систем водоснабжения, нормы водопотребления и водоотведения.</p> <p>динамическая схема водохозяйственного плана</p> <p>положения водного кодекса и другой правовой и нормативной документации</p>	<p>выполнять водохозяйственные балансы без детализации составляющих</p>	<p>обоснования состава мероприятий по использованию и охране водных ресурсов</p> <p>прогноза последствий антропогенного воздействия на водные объекты и прилегающие к ним земли.</p> <p>анализа природно-климатических условий и режима работы водохозяйственных систем</p> <p>формулировки наиболее важных и актуальных водохозяйственных проблем</p> <p>работы с материалами водного кадастра и другой специальной и нормативной литературой</p>



### 3. Структура курсовой работы

По объему пояснительная записка курсовой работы должна быть не менее 30-35 страниц печатного текста, включая 5-8 рисунков и чертежей, отражающих результаты по каждому разделу (главе). Примерная структура курсовой работы приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Структура курсовой работы и объем отдельных разделов

№ п/п	Элемент структуры курсовой работы	Объем (примерный) страниц
1	Титульный лист(Приложение А)	1
2	Задание	1
3	Аннотация	1
4	Содержание	1-2
5	Введение	1-2
6	Основная часть	25-28
6.1	Теоретическая часть (теоретические и методические основы исследуемого вопроса)	8-10
6.2	Практическая часть	15-20
7	Заключение	2-3
8	Предложения и рекомендации по теме исследования с обоснованием их целесообразности и эффективности	по необходимости
9	Библиографический список	10-15 наименований
10	Приложения (включают примеры входных и выходных данных)	по необходимости

### 4. Порядок выполнения курсовой работы

#### 4.1 Выбор темы

Студент самостоятельно выбирает тему курсовой работы из предлагаемого перечня, или может предложить свою тему при условии обоснования её целесообразности. С целью исключения возможности написания курсовой работы по одной и той же теме название речного бассейна у каждого студента должно быть своим. Тема и объект проектирования могут быть изменены по согласованию с руководителем курсовой работы.

Таблица 4 - Примерная тематика курсовых работ по дисциплине «Проектирование ВХС»

№ п/п	Тема курсовой работы
1	Обоснование мероприятий по рациональному водопользованию в бассейне реки _____ (название реки) в _____ (страна, республика, область, край)
2	Водохозяйственные и водоохранные мероприятия в бассейне реки _____ (название реки) в _____ (страна, республика, область, край)

**Примечание:** Тематика курсовой работы обсуждается и утверждается на заседании кафедры комплексного использования водных ресурсов и гидравлики до начала выдачи студентам заданий на курсовое проектирование.

Выбор темы курсовой работы регистрируется в журнале регистрации курсовых проектов на кафедре.

#### 4.2 Получение индивидуального задания

Задание на выполнение курсовой работы (приложение Б) выдаётся за подписью руководителя, датируется днём выдачи и регистрируется на кафедре в журнале. Факт получения задания удостоверяется подписью студента в указанном журнале.

#### 4.3 Составление плана выполнения курсовой работы

Выбрав тему, определив цель, задачи, структуру и содержание курсовой работы необходимо совместно с руководителем составить план-график выполнения проектных работ с учетом графика учебного процесса (табл.5).

Таблица 5 – Примерный план-график выполнения курсовой работы

№	Наименование действий	Сроки, номер недели
1	Выбор темы	1
2	Получение задания по курсовой работе	1
3	Уточнение темы и содержания курсовой работы	1
4	Составление библиографического списка	1, 2
5	Изучение научной и методической литературы	2, 3
6	Сбор и анализ материалов, постановка задачи курсовой работы, планирование проектных работ	2, 3
7	Предварительное консультирование, согласование содержательной части технической записки с научным руководителем	3
8	Разработка и написание пояснительной (теоретической) части курсовой работы	3-15
9	Проведение обосновывающих расчетов и проектных работ по комплексу рекомендуемых водохозяйственных мероприятий, а при необходимости научных исследований, обобщение полученных результатов	3-14
10	Представление руководителю первого варианта курсовой работы и обсуждение представленного материала и результатов проектирования	15
11	Составление окончательного варианта курсовой работы	16
12	Заключительное консультирование	16
13	Рецензирование курсовой работы	16
14	Защита курсовой работы	16

#### 4.4 Требования к разработке структурных элементов курсовой работы

Структура курсовой работы определяется составом проектных задач и методическими особенностями их решения. Содержание (оглавление) играет очень важную роль в разработке проекта, поскольку в значительной степени определяет логическую последовательность действий разработчика. Пример оглавления, рекомендуемый в качестве основы, представлен ниже.

#### Содержание

Введение.....	.....
1.Основные положения, цель и задачи курсовой работы .....	.....
2.Оценка располагаемых водных ресурсов рассматриваемого бассейна.....	.....
2.1Поверхностные воды	
2.1.1.Водный режим ( <i>режим питания, форма гидрографа, скорость течения, глубина, ширина русла, мутность реки, коэффициент извилистости, другие показатели</i> ).....	.....
2.1.2Расчетные гидрологические характеристики	
2.1.3Выбор створа для размещения гидроузла, расчет и построение батиграфической и объемной кривых	
2.2Подземные водные ресурсы( <i>потенциальные запасы, эксплуатационные ресурсы</i> ).....	.....
3Требования к водохозяйственной системе. ....	.....
3.1Отраслевые водопотребители. ....	.....
3.2Требования водопользователей с учётом санитарных и экологических пусков.	
3.3Оценка потерь из проектируемого водохранилища. ....	.....
4Водохозяйственные балансы (ВХБ).....	.....
4.1Методика расчёта, структура баланса.....	.....
4.2Обоснование водохозяйственных и водоохраных мероприятий по результатам водохозяйственного баланса в годовых объемах стока и водопотребления.	
4.3ВХБ расчётного маловодного года в месячных интервалах времени с оценкой параметров сезонного регулирования стока. ....	.....
5Водно-энергетические расчеты с оценкой показателей ГЭС	
6Определение противопаводковой емкости .....	.....
7Укрупненная оценка стоимости водохозяйственных и технических мероприятий	
Заключение. ....	.....
Библиографический список. ....	.....

#### **4.4.1 Разработка введения**

Во введении следует обосновать актуальность избранной темы курсовой работы, раскрыть ее теоретическую и практическую значимость, сформулировать цель и задачи исследования. Актуальность в данном случае обусловлена необходимостью решения проблем водообеспечения в речном бассейне и необходимостью регулирования речного стока с учетом отраслевых и санитарно-экологических требований. Гарантом водообеспечения бассейна в целом и пропуска максимальных расходов расчетной обеспеченности является комплексный гидроузел с водохранилищем сезонного регулирования стока. Введение должно содержать иллюстративные материалы, характеризующие местоположение и гидрографические особенности объекта, наличие гидротехнических сооружений, городов и населенных пунктов, крупные промышленные комплексы и существующие водохозяйственные системы.

#### **4.4.2 Разработка основной части курсовой работы**

Целесообразно в начале основной части курсовой работы изложить предпосылки проекта. Основная часть курсовой работы выполняется в соответствии с пунктами содержания. Каждый раздел содержит теоретические положения методики и практическую реализацию. Все рассмотренные источники приводятся в списке литературы, а в тексте на них даются ссылки.

В практической части курсовой работы приводится методика исследований, представляются результаты инженерно-гидрологических и водохозяйственных, при необходимости гидравлических расчетов, компоновка водопотребителей, схема размещения гидроузла. Должны быть указаны методические особенности и принятые допущения. Далее даются рекомендации по разработке разделов курсовой работы.

#### **Основные положения, цель и задачи курсовой работы**

В курсовой работе выполняется обобщенный анализ водных ресурсов и обосновываются мероприятия для водообеспечения на основе рационального (эффективного и бережного) использования вод.

Цель КР: обосновать необходимые водохозяйственные мероприятия, которые обеспечивали бы потребности отраслей экономики в пределах бассейна. При этом качество водных ресурсов должно соответствовать санитарно-экологическим требованиям. Несоответствие режима водопотребления и водного режима реки снимается путем сезонного регулирования стока.

Водоохранилище создается в результате строительства гидроузла комплексного назначения в составе грунтовой плотины, здания гидроэлектростанции с приплотинным зданием ГЭС, поверхностного водосброса, судоходного шлюза, сопрягающих сооружений. Водохозяйственное обоснование размеров

водохранилища выполняются посредством вариантных водохозяйственных балансов расчетного маловодного года 75% (при необходимости 95 %) обеспеченности в целом для бассейна без деления на водохозяйственные участки (в реальной проектной практике это как правило невозможно, необходимо деление на водохозяйственные участки во избежание скрытых дефицитов). Поэтому водохозяйственным балансам предшествует водохозяйственное районирование территории бассейна.

Решаемые задачи:

1. Определение расчетных гидрологических характеристик речного бассейна и режимов водопользования.
2. Годовой водохозяйственный баланс и обоснование водохозяйственных мероприятий.
3. Оценка необходимости регулирования стока и определение режима регулирования стока и параметров водохранилища.
4. Водно-энергетические расчеты.
5. Оценка изменения водного режима в результате создания водохозяйственной системы.

### **Оценка располагаемых водных ресурсов рассматриваемого бассейна**

В главе дается описание водного режима реки, и определяются расчетные гидрологические характеристики поверхностного стока в расчетном створе.

#### ***Расчетные гидрологические характеристики***

Необходимый объем гидрологической информации должен включать сведения о режиме питания реки, особенностях формирования стока, водном режиме, параметрах стока и их изменении по длине реки, скоростях течения, краткие данные по орографии бассейна, карту бассейна либо плановую и высотную привязку основных расчетных створов.

Водный режим характеризуется выраженным весенним половодьем с марта по май, продолжительной летне-осенней и зимней меженью, прерываемой кратковременными паводками в ноябре месяце.

а) Основные гидрологические характеристики

$$Q_{\text{ср}} = 25 \text{ м}^3/\text{с} = 25000 \text{ л/с} ,$$

$$F = 2700 \text{ км}^2$$

$$\text{Средний модуль стока: } g_{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{ср}}}{F} , \left( \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2} \right)$$

$$g_{\text{cp}} = \frac{25 \cdot 1000}{2700} = 9,26 \left( \frac{\text{л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2} \right).$$

$$r_a = 0,3$$

$$\text{Норма стока } S = 31,54 \cdot Q_{\text{cp}}, \text{ млн.м}^3$$

$$S = 31,54 \cdot 25 = 788,5 \text{ млн.м}^3$$

$$C_v = 0,35;$$

$$C_s = 2 \cdot C_v = 2 \cdot 0,35 = 0,7$$

По материалам задания вычисляется среднемноголетний сток, составляется таблица расчетных гидрологических характеристик (табл. 1). По данным таблицы 1 строим аналитическую кривую обеспеченности годового стока (рис. 1). Внутригодовое распределение стока делается на основе типовых гидрографов разной обеспеченности, рассчитанных предположительно на предшествующем этапе методом компоновки или другими способами. Результаты заносятся в таблицу 2 в соответствии с принятой разрезкой водохозяйственного года и иллюстрируются рисунком (2).

Таблица 1 - Основные гидрологические характеристики

F, км <sup>2</sup>	L, км	$\frac{g_{\text{cp}}, \text{ л}}{\text{с} \cdot \text{км}^2}$	S, млн.м <sup>3</sup>	Обеспеченные объема естественного стока						
				P=1%	10%	25%	50%	75%	95%	99,9%
2700	184	9,26	788,5	1,990	1,470	1,205	0,959	0,746	0,507	0,370
				1569,12	1159,09	950,14	756,17	588,22	399,77	291,74

$m_p$  – модульный коэффициент (берем из таблицы трех-параметрического гамма распределения при  $C_s = C_v$ )

$$S_p = m_p \times S$$

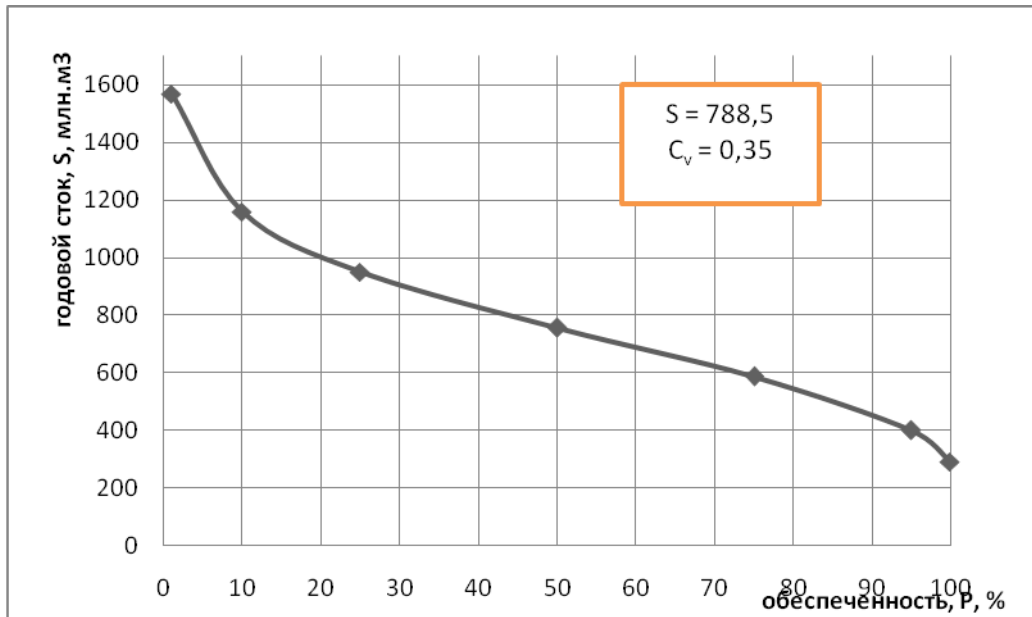


Рисунок 1 - Аналитическая кривая обеспеченности годового стока в расчетном створе

*Внутригодовое распределение стока*

В качестве типового гидрографа, как уже отмечено, принимаем данные проектного здания.

Таблица 2 - Расчетное внутригодовое распределение стока в расчетном створе

Гидрологические показатели		Календарные месяцы ВХГ												Год
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	
Средний год	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	51,25	117,25	21,00	16,00	14,00	13,50	11,75	11,75	12,50	11,50	10,25	9,25	25,00
	$S, \text{ млн. м}^3$	137,35	303,68	56,28	41,44	37,52	36,18	30,43	31,49	32,38	30,82	27,47	22,39	787,42
75%	$Q_{75\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	38,23	87,47	15,67	11,94	10,44	10,07	8,77	8,77	9,32	8,58	7,65	6,90	18,65
	$S, \text{ млн. м}^3$	102,46	226,54	41,98	30,91	27,99	26,99	22,70	23,49	24,15	22,99	20,49	16,70	588,22
95%	$Q_{95\%}, \text{ м}^3/\text{с}$	25,98	59,45	10,65	8,11	7,10	6,84	5,96	5,96	6,34	5,83	5,20	4,69	12,68
	$S, \text{ млн. м}^3$	69,64	153,96	28,53	21,01	19,02	18,34	15,43	15,97	16,41	15,63	13,93	11,35	399,77

$$S_i = Q_i \cdot t_i \text{ [млн, м3]; } t = \begin{cases} 2,68 - 31 \text{ день} \\ 2,59 - 30 \text{ дней} \\ 2,42 - \text{февраль} \end{cases}$$

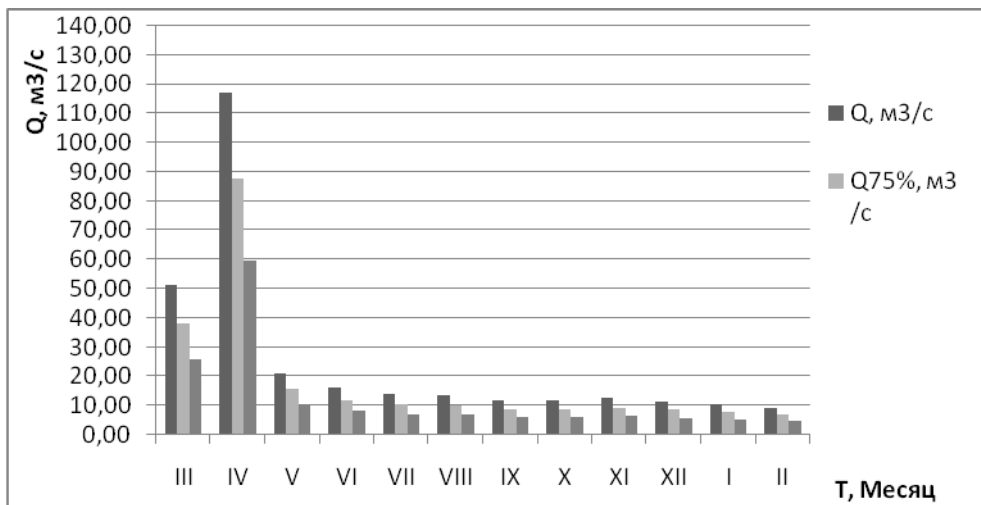


Рисунок 3 - Гидрографы среднемесячных расходов естественного стока в го-  
ды  
разной водности

### Выбор створа для размещения гидроузла, расчет и построение батиграфической и объемной кривых

Для построения искомых зависимостей и заполнения таблицы 3 используем карту масштаба 1:25000. Расчеты ведем в следующей последовательности:

1. Определяем площадь зеркала водохранилища на каждой из отметок, совпадающих с горизонталями, используя масштаб площади  $m_\omega$ :

$$\omega_{\nabla} = f_{\nabla} \cdot m_{\omega}; \quad m_{\omega} = 0,25 \cdot 0,25 \cdot 10^6 = 0,0625 \cdot 10^6;$$

$f_{\nabla} = (m + \frac{n}{2})/4$ , см<sup>2</sup>, где  $m$  – число целых тетрадных клеточек по  $\frac{1}{4}$  см<sup>2</sup>,  $n$  – количество неполных клеток.

2. Находим приращение объема при переходе к следующей отметке:

$\Delta V_1 = \frac{2}{3} \omega_1 \cdot \Delta h_1$  - первое приращение находим по приближенной формуле, как для гиперболоида вращения, далее используем форму усеченного конуса

$$\Delta V_2 = \frac{1}{3} \cdot \Delta h_2 \cdot (\omega_1 + \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2} + \omega_2)$$

$$\Delta V_i = \frac{1}{3} \cdot \Delta h_i \cdot (\omega_{i-1} + \sqrt{\omega_{i-1} \cdot \omega_i} + \omega_i)$$



3. Объем водохранилища находим по сумме приращений

$$V_1 = \Delta V_1 ; V_2 = V_1 + \Delta V_2 ; V_i = V_{i-1} + \Delta V_2$$

4. Средняя глубина определяется отношением объема на данной отметке к площади зеркала

$$\bar{h} = \frac{V}{\omega}$$

Критерий Литорали, характеризующий относительную площадь мелководий определяем по формуле (\*):

$$K_L = \frac{\omega_{\nabla} - \omega_{\nabla-2}}{\omega_{\nabla}}$$

Таблица 3 - Расчет морфометрических характеристик расчетного створа

Отметка, м	Глубина перед плотиной, м	Приращение слоя воды, м	Площадь зеркала, $10^6 \text{ м}^2$	Приращение объема, $10^6 \text{ м}^3$	Объем водохранилища, $10^6 \text{ м}^3$	Средняя глубина, м	Критерий литорали
	Н	$\Delta h$	$\omega$	$\Delta V$	V	$h_{\text{ср}}$	$K_L$
301	0	0	0	0	0	0	0
310	10	10	1,89	12,60	12,60	6,67	0,14
320	20	10	9,33	51,40	64,00	6,86	0,18
330	30	10	17,01	129,79	193,79	11,39	0,12
340	40	10	22,73	198,01	391,80	17,24	0,13
350	50	10	28,51	255,65	647,46	22,71	0,09
360	60	10	32,94	306,98	954,44	28,98	0,1

### **Подземные водные ресурсы**

В курсовой работе подземные воды оцениваются по двум показателям: потенциальные запасы и эксплуатационные ресурсы

$$W_{\text{п}} = F_{\text{рпв}} * H * \delta,$$

Где H – средняя мощность водоносного горизонта (H = 19м)

$W_{\text{п}}$  - потенциальные запасы

$\delta$  – коэффициент пористости ( $\delta = 0,17$ )

$$F_{\text{рпв}} = 0,5 F = 0,5 * 2700 = 1350 \text{ км}^2$$

Следовательно,  $W_{\text{п}} = 1350 * 19 * 0,17 = 4360,5 \text{ млн. м}^3 = 4,36 \text{ км}^3$ ,

$$Q_{\text{экспл}} = Q_e + \frac{\Delta w_{\text{п}}}{\Delta T} + Q_{\text{пр}},$$

Где  $Q_e$  – естественный динамический приток (питание)

$Q_{\text{пр}}$  – привлекаемые ресурсы,

$$Q_e = \mu_{\text{пв}} * F_{\text{рпв}}, \text{ где } \mu_{\text{пв}} = 0,2 \text{ л/(с*км}^2)$$

$$Q_e = 0,2 * 1350 = 270 \text{ л/с} = 0,27 \text{ м}^3/\text{с}; W_e = 0,27 * 31,54 = 8,5 \text{ млн. м}^3$$

Принципиально важной характеристикой является ущерб речному стоку в результате подземного водозабора ( $U$ ) «рисунок 4». Эксплуатационные прогнозные ресурсы подземных вод в данном случае очень малы.

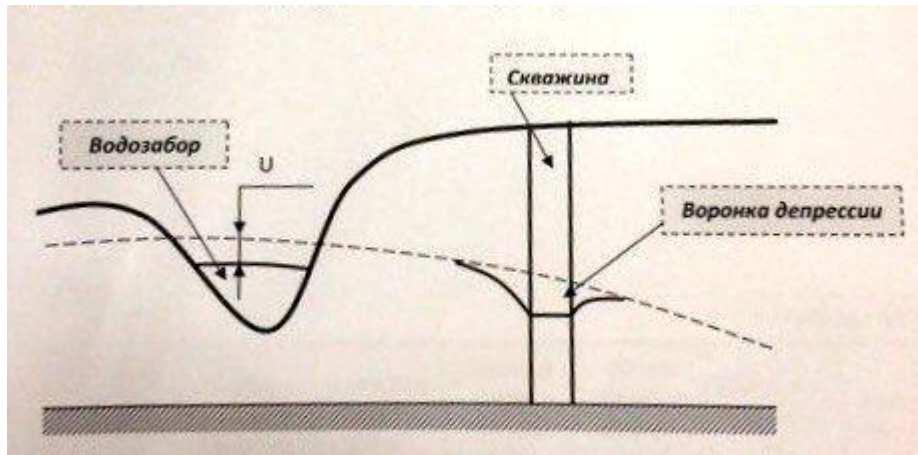


Рисунок 4 - Схема изменения ресурсов поверхностного стока при подземном водозаборе

### Требования к водохозяйственной системе

Проектируемая водохозяйственная система обеспечивает следующих отраслевых водопотребителей:

а) Коммунально-бытовое хозяйство (КБХ) – рассматривается водопотребление городов и населенных пунктов с численностью населения:

$$N_r = 150 \text{ тыс. чел.}, q_r = 250 \text{ л/(сут*чел.)},$$

$$N_c = 25 \text{ тыс. чел.}, q_c = 70 \text{ л/(сут*чел.)}.$$

б) сельское хозяйство – представлено регулярным орошением и животноводством:

$$F_{\text{орош}} = 5 \text{ тыс. га}, M = 3500 \text{ м}^3/\text{га}, \text{КРС} = 25 \text{ тысяч голов}, q = 50 \text{ л/(сут*гол)}$$

в) Промышленность – представлена заводом по производству химических удобрений,  $V_{\text{пр}} = 500 \text{ тыс. тонн /год}$ ,  $q_{\text{пр}} = 600 \text{ м}^3/\text{т}$ ,

$$\text{г) Энергетика: } \mathcal{E}_{\text{гэс}} = 25 \text{ тыс. мвт*час}, N_{\text{гэс}} = 150 \text{ мвт}, q = 250 \text{ м}^3/\text{кВт},$$

д) водный транспорт с навигацией в течении 4 месяцев

е) рыбное хозяйство: попуски в течении третьего и четвертого месяцев

ж) рекреация: санаторно – курортный комплекс, рассчитанный на 5000 чел.,  $q_{\text{рек}} = 350 \text{ л/(сут*чел)}$

**Расчетное водопотребление и водоотведение**

Таблица 4 - Планируемая антропогенная нагрузка на речной бассейн

№	Водопотребление	Расчетные формы	W, млн. м <sup>3</sup>	K <sub>вв</sub>	W <sub>вв</sub> , млн. м <sup>3</sup>	K <sub>пз</sub>	W <sub>пз</sub>	КПД η
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ГКБХ	$W_{г} = \frac{N_{г} * q_{г} * T}{г}$	39,47	0,9	35,53	15	532,89	0,95
2	СКБХ	$W_{с} = \frac{N_{с} * q_{с} * T}{с}$	2,19	0,8	1,75	20	35,00	0,8
3	Промышл	$W_{пр} = \frac{B * Q_{пр}}{пр}$	315,79	0,9	284,21	20	5684,21	0,95
4	ТЭС	$W_{тэс} = \frac{N * Q_{тэс}}{св}$	39,47	-	-	-	-	0,95
5	Орошение	$W_{ор} = W_{ор} = \frac{M * F_{ор}}{ор}$	25,00	0,15	3,75	30	112,50	0,6
6	Животнов	$W_{ж} = \frac{N_{ж} * Q_{ж} * T}{ж}$	1,39	0,8	1,11	30	33,33	0,9
7	Рекреация	$W_{рек} = \frac{N_{рек} * Q_{рек} * T}{рек}$	1,84	0,9	1,66	20	33,16	0,95
		Σ	425,16		328,01		6431,10	

**Требования водопользователей с учетом природоохранных попусков**

В числе водопользователей настоящего проекта рассматриваем:

- Водный транспорт
- Гидроэнергетика
- Рыбное хозяйство
- Природоохранный комплекс

**Природоохранные требования:**

В качестве таких требований назначаем санитарный попуск, который принимаем в размере минимального среднемесячного расхода 95% обеспеченности (р%). Считаем, что этот расход обеспечивает минимальную проточность водотока и отсутствие противоречий, если в нижнем течении гидроузла имеется подпор от нижерасположенных сооружений.

$$W_{сан} = 31,54 * Q_{сан} = 31,54 * 4,69 = 147,92 \text{ млн, м}^3,$$

$$Q_{сан} = Q_{min}^{95\%} = 4,69 \text{ м}^3/\text{с}$$

Обобщая назначение попуска до природоохранного, учтем необходимый санитарный сток для обводнения поймы реки в размере 20-25 % от средне-многолетнего стока, осуществляемый весной в апреле месяце.

$$Q_{пр} = 0,2 * 788,5 / 2,59 = 157,7 / 2,59 = 60,89 \text{ м}^3/\text{с}$$

Транспортные попуски назначаются соответственно проектному заданию в период с мая по август.

Таблица 5 - Объем попусков для водного транспорта

Месяц	Коэффициент К	Расход, Q, м <sup>3</sup> /с	W, млн, м <sup>3</sup>
V	2,68	$2 * Q_{min}^{95\%} = 2 * 4,69 = 9,38$	25,14
VI	2,59	$5 * Q_{min}^{95\%} = 5 * 4,69 = 23,45$	60,74
VII	2,68	$3 * Q_{min}^{95\%} = 3 * 4,69 = 14,07$	37,71
VIII	2,68	$2 * Q_{min}^{95\%} = 2 * 4,69 = 9,38$	25,14
$\Sigma$			148,73

Рыбохозяйственные попуски определяются аналогично.

Таблица 6 - Объем попусков на рыбное хозяйство

Месяц	Коэффициент К	Расход, Q, м <sup>3</sup> /с	W, млн, м <sup>3</sup>
III	2,68	$3 * Q_{min}^{95\%} = 3 * 4,69 = 14,07$	37,71
IV	2,59	$3 * Q_{min}^{95\%} = 3 * 4,69 = 14,07$	36,44
$\Sigma$			74,15

Попуски ГЭС (расходы, проходящие через агрегаты гидроэлектростанции). ГЭС в данном проекте работает в подчиненном режиме, является одной из составляющих водохозяйственного комплекса. Водоохранилищем осуществляется только суточное регулирование мощности ГЭС в сочетании с зимними гарантированными расходами, поддерживающими минимальную гарантированную мощность.

Объем воды, требуемой для получения проектной выработки электроэнергии, находим по формуле

$$W_{\text{треб}}^{\text{ГЭС}} = \frac{432 * \mathcal{E}}{H}, \text{ млн} * \text{м}^3 ; \mathcal{E} = 25 \text{ тысяч мвт} * \text{час}$$

Напор H принимаем = 25 м по согласованию с преподавателем.

$$W_{\text{треб}}^{\text{ГЭС}} = \frac{432 * 25}{25} = 432 \text{ млн. м}^3$$

С другой стороны, количество воды, которым мы располагаем для ГЭС, можно оценить следующим образом:

$$W_{\text{расп}}^{\text{ГЭС}} = S_{75\%} - W_{\text{бв}} ; S_{75\%} = 588,22 \text{ млн. м}^3$$

В основных положениях указано, что расчетная обеспеченность отдачи ГЭС принята 75%:

$$W_{\text{об}} = W_{\Sigma} - W_{\text{вв}} ; W_{\text{об}} = 425,16 - 328,01 = 97,15 \text{ млн. м}^3$$

$$\Rightarrow W_{\text{расп}}^{\text{ГЭС}} = 588,22 - 97,15 = 491,07 \text{ млн. м}^3$$

$$W_{\text{треб}}^{\text{ГЭС}} = 432 = W_{\text{расп}}^{\text{ГЭС}} = 491,07 \Rightarrow W_{\text{ГЭС}} = W_{\text{треб}}^{\text{ГЭС}} = 432 \text{ млн. м}^3$$

В связи с тем, что требования ГЭС меньше располагаемых водных ресурсов, проектную выработку электроэнергии сохраняем.

### Комплексные попуски из проектируемого водохранилища

Комплексные попуски определяются по верхней огибающей целевых попусков, рассчитанных ранее. Минимальные санитарные попуски в размере среднемесячных расходов 95% обеспеченности. В IV месяце задан специальный попуск для обводнения поймы.

Таблица 7 - Определение комплексного попуска

Месяц	Специальные попуски млн. м <sup>3</sup>				Комплексные Попуски, W <sub>кп</sub>
	Природо- охранный	Рыбохозяй- ственные	Водный транспорт	ГЭС	
III	12,33	37,71	-	36	37,71
IV	113,27	36,44	-	36	113,27
V	12,33	-	25,14	36	36
VI	12,33	-	60,74	36	60,74
VII	12,33	-	37,71	36	37,71
VIII	12,33	-	25,14	36	36
IX	12,33	-	-	36	36
X	12,33	-	-	36	36
XI	12,33	-	-	36	36
XII	12,33	-	-	36	36
I	12,33	-	-	36	36
II	12,33	-	-	36	36
<b>Год</b>	<b>147,92</b>	<b>74,15</b>	<b>148,73</b>	<b>432</b>	<b>537,43</b>

В «комплексные попуски» записываем максимальное значение по каждой строке.

## **Потери из проектируемого водохранилища**

Потери на дополнительное испарение: После сооружения водохранилища образуется дополнительная площадь, покрытая водой, следовательно, происходят дополнительные потери воды на испарение, так как испарение с поверхности воды значительно выше, чем с поверхности суши. Чем больше площадь зеркала водохранилища, тем выше потери воды на испарение. Во многих случаях для инженерной практики потери на дополнительное испарение ( $L_{\text{дис}}$ ) можно оценивать как произведение площади зеркала на разницу слоев испарение с водной поверхности и суши:

$$L_{\text{дис}} = w \times (h_{\text{в}} - h_{\text{с}})$$

Где:  $h_{\text{в}}$  – испарение с поверхности воды

$h_{\text{с}}$  – испарение с поверхности суши

Потери на фильтрацию: Фильтрационные потери имеют место через ложе водохранилища, береговые примыкания, под плотиной гидроузла, через сооружения напорного фронта, включая уплотнение затворов.

Самые большие потери происходят в первые годы работы водохранилища, а затем идет заполнение через частоты по контакту воды с грунтом при наличии водоупора гидравлический режим стабилизируется 5-10 лет. Фильтрационные расчеты выполняются на основе инженерных изысканий по специальным формулам с применением гидравлической модели. При отсутствии надежной фильтрации на предварительной стадии проектирования можно использовать среднестатистические цифры.

Для проекта примем объемы потерь как для средних геологических условий по водопроницаемости:  $h \square \phi = 100 \frac{\text{см}}{\text{год}}$

Потери на ледообразование: Потери воды на ледообразование определяются объемом льда, осевшего на берегах водохранилища при его сработке, в результате чего он временно исключается из водного баланса зимой, то есть зимний приток воды в водохранилище уменьшается. Весной этот лед тает, и, если он не сбрасывается в нижний бьеф, добавляется к притоку талой

воды в водохранилище. Если водохранилище не срабатывается, то при образовании льда режим уровней не изменяется. Объясняется это вытеснением плавающим льдом слоя воды, равного его весу. Объем воды  $W_{л}$ , подлежащий исключению из зимнего притока, можно определить по выражению

$$W_{л} = h \times (F_{н} - F_{к}),$$

Где:  $h$  – средняя толщина ледяного покрова водохранилища;  $\rho_{л}$  – плотность льда;  $F_{н}$  и  $F_{к}$  – начальная (в момент образования ледостава) и конечная (в момент окончания зимней сработки) площади зеркала водохранилища. Величина  $W_{л}$  условно называется временной потерей на ледообразование,

Для больших водохранилищ значительную роль в их водном балансе играют снеговые осадки, выпадающие на ледяной покров. Для средних и небольших водохранилищ ими можно пренебречь. Благодаря вытеснению из водохранилища своим весом равновеликого объема воды эти осадки сразу же обращаются в сток.

### **Водохозяйственные балансы и обоснование мероприятий**

ВХБ - неотъемлемая часть схем комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) и всех водохозяйственных проектов. Без балансов не может решаться ни один вопрос, в той или иной степени связанный с использованием водных ресурсов,

### **Методика расчета структуры баланса**

Первоначальный анализ водохозяйственной обстановки выполняем на основе водохозяйственного баланса расчетного маловодного года 75% обеспеченности в годовых объемах стока и водопотребления. Это позволяет нам обосновать необходимые водохозяйственные и водоохраные мероприятия, а также выявить необходимые регулирования стока.

Уравнение ВХБ для данной курсовой работы:

$$ВХБ = П - Р$$

$$П = S_{75} + W_{\Sigma ВВ} + W_{тр} \pm \Delta V + W_{пзв}$$

$$\Delta V = 0$$

$$Р = W + W_{расч} + L_{пот} + U$$

$$П \geq Р \Leftrightarrow ВХБ \geq 0, \text{ следовательно, } Д = 0; R = П - Р$$

$\Pi < P$ , следовательно,  $ВХБ < 0$ , следовательно,  $Д = P - \Pi$ ;  $R = 0$

### **Водохозяйственный баланс ( ВХБ ) расчетного маловодного года на фоне мероприятий по рациональному использованию водных ресурсов**

В результате баланса современного уровня мероприятий выявлены очень большие дефициты равные 5927,51 млн.м<sup>3</sup>, вызванные значительными объемами попусков для виртуального разбавления сточных вод. Следовательно, необходимо разработать специальные мероприятия, чтобы объемы предельного загрязнения находились в пределах располагаемых водных ресурсов.

Заметим, что основным загрязнителем нашего водохозяйственного комплекса является промышленность и ГКБХ. Это связано с тем, что используются только прямоточные системы водоснабжения или же коэффициент оборота очень низкий.

Примем исходный коэффициент оборота  $K_{об} = 0,3$

$$W_{св} = 315,79 \text{ млн м}^3$$

$$W_{тех} = W_{св} + W_{об}$$

$$W_{тех} = 315,79/0,7 = 451,13 \text{ млн м}^3$$

$$W_{об} = K_{об} * W_{тех}$$

$$W_{св} = (1 - K_{об}) * W_{тех}$$

$$W_{ст} = W_{тех} * (1 - K_{об}) * (1 - K_{бв})$$

$$W_{ст} = 451,13 * (1 - 0,3) * (1 - K_{бв})$$

$$284,21 = 451,13 * 0,7 * (1 - K_{бв})$$

$$1 - K_{бв} = 0,9 \Rightarrow K_{бв} = 0,1$$

### **Водохозяйственные и водоохранные мероприятия по рациональному водопользованию**

С учетом вышеизложенного в качестве первого мероприятия рекомендуем модернизировать промышленное производство с увеличением коэффициента оборота до 0,8. Пересчитываем цифры водопотребления и возвратных вод по промышленности.

$$W'_{св} = 451,13 * (1 - 0,8) = 90,23 \text{ млн м}^3$$

$$W'_{бв} = 451,13 * (1 - 0,8) * (1 - 0,1) = 81,2 \text{ млн м}^3$$



$$W'_{пз} = 81,2 * 20 = 1624 \text{ млн м}^3$$

После первой группы мероприятий, объемы предельного загрязнения по-прежнему достаточно велики.

### ***Вторая группа мероприятий***

Для того, чтобы сократить необходимую кратность разбавления, в курсовой работе рекомендуется более глубокая очистка городских и животноводческих стоков. Это возможно при строительстве новых мощностей очистных сооружений. При этом  $K_{пз}$  для города и промышленности снижается примерно в два раза.

### ***Третья группа мероприятий.***

Регулярное орошение требует больших затрат водных ресурсов. Но благодаря оптимизации режимов орошения и комплексных мероприятий можно добиться сокращения оросительной нормы практически в 2 раза. При этом, потери урожайности будут не более 15-20%.

$$П = Y * F_{ор}; \quad П = 0,8 * Y * F'_{ор}; \quad Y * F_{ор} = 0,8 * Y * F'_{ор}; \quad F'_{ор} = F_{ор} / 0,8 = 5000 / 0,8 = 6250 \text{ га.}$$

Кроме того, считаем целесообразным провести реконструкцию оросительной системы, чтобы повысить ее КПД с 0,6 до 0,8.

В итоге получаем:

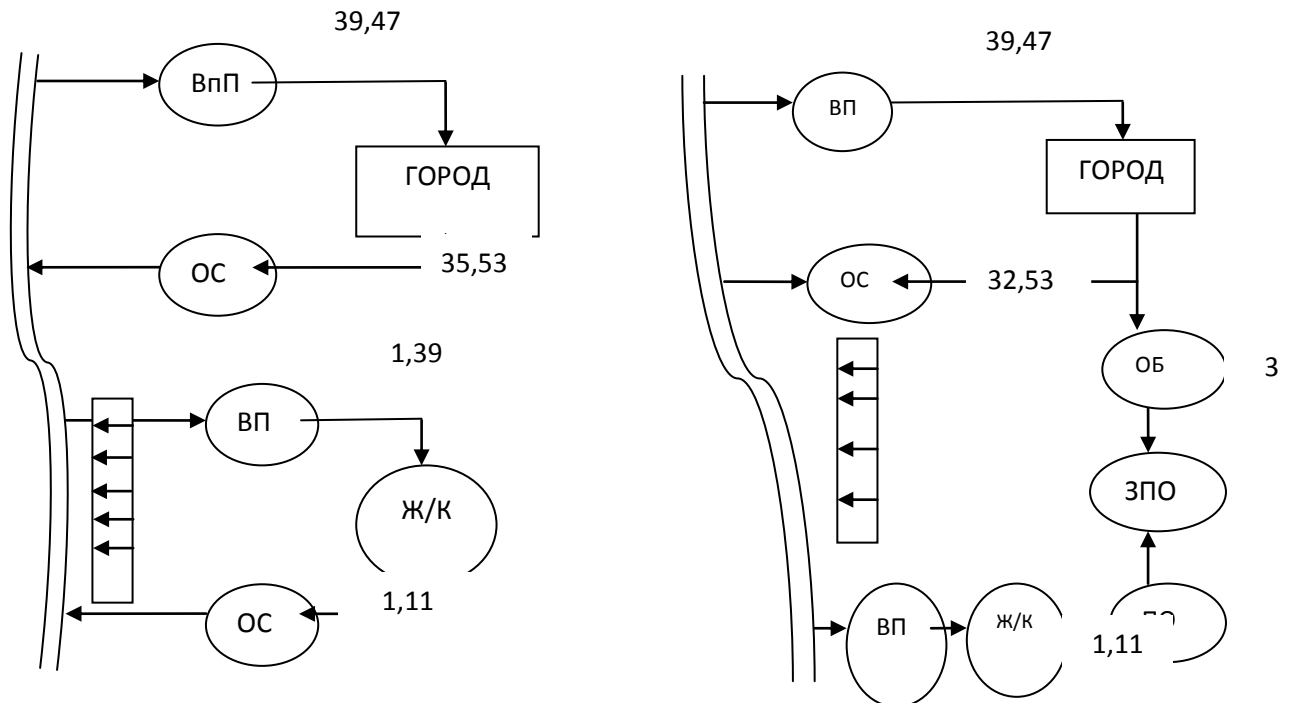
$$W'_{ор} = \frac{0,5 * M * F_{ор}}{0,8 * \eta_c} = \frac{0,5 * 3500 * 5000}{0,8 * 0,8 * 10^6} = 13,67 \text{ млн м}^3$$

$$(W'_{вв})^{op} = K_{вв}^{op} \times (W_{ор})'; \quad (W'_{пз}) = K_{пз \text{ ор}} \times (W_{вв}^{op})'; \quad (W'_{вв})^{op} = 0,15 * 13,67 = 2,05 \text{ млн.м}^3; \quad (W'_{пз}) = 30 * 2,05 = 61,5 \text{ млн.м}^3$$

После трех групп мероприятий дефицит водных ресурсов сохранился. Следовательно, продолжаем наращивать водоохранные мероприятия.

### Четвертая группа мероприятий.

Повторное использование городских сточных вод и животноводческих стоков для орошения ЗПО (земледельческого поля орошения)



$$W_{\text{ЗПО}} = 0,3 * W_{\text{ор}} = 0,3 * 13,67 = 4,11 \text{ млнм}^3$$

$$4,11 - 1,11 = 3 \text{ млнм}^3 ; (W_{\text{сб}}^{\text{зкбх}})' = 35,53 - 3 = 32,53 \text{ млнм}^3$$

$$(W_{\text{сб}}^{\text{к}})' = 0 \quad (W_{\text{нз}}^{\text{к}})' = 0 ; (W_{\text{нз}}^{\text{зкбх}})' = 248,71 * 32,53 / 35,53 = 227,71 \text{ млн м}^3$$

Рассмотренные мероприятия касались, главным образом, сосредоточенных источников загрязнения. Для сокращения диффузного стока планируются следующие мероприятия: обустройство водоохраной зоны по берегам объекта, агролесомелиоративные мероприятия на водосборе, строительство дополнительных отстойников и канализации в зоне поселков населенных пунктов и животноводческих ферм, обвалование опасных источников потенциального загрязнения. Кроме того, предусматривается более глубокая очистка и доочистка городских сточных вод.

Строительство новых очистных сооружений позволит снизить  $K_{\text{пз}}$  для города и промышленности примерно в два раза. Водохозяйственный баланс в годовых объемах стока и водопотребления позволил обосновать необходи-

мые водохозяйственные и водоохранные мероприятия. Эти мероприятия в условиях сезонного регулирования стока направлены главным образом на экономию водных ресурсов и регулирование качества воды в реке. ВХБ расчетного года 75% обеспеченности сводится без дефицита с учетом рассмотренных мероприятий по рациональному водопользованию.

Водохозяйственный баланс по вариантам мероприятий позволяет наметить перечень мер, необходимых для нормальной работы водохозяйственного комплекса и поддержания качества водных ресурсов в рамках сезонного регулирования стока. Однако предусматриваемых мер недостаточно ввиду значительного непокрываемого дефицита. Делаем вывод о необходимости дотации стока из внешнего бассейна в размере 80 млн.м<sup>3</sup>.

### **ВХБ расчетного года в месячных интервалах времени и определение объема водохранилища сезонного регулирования стока**

Баланс расчетного маловодного года выполняется в курсовой работе для определения режима сезонного регулирования стока и необходимого объема водохранилища. Параметры водохранилища определяются на основании водохозяйственного баланса расчетного года 75 % обеспеченности. Основа расчётов является годовой баланс с учётом всех рекомендуемых водохозяйственных и водоохранных мероприятий. Для расчета баланса суммируем показатели водопользования по всем участкам ВХК.

Предварительная оценка объема водохранилища

$$V_{\text{плн}} = V_{\text{плз}} + V_{\text{мо}}; V_{\text{мо}} - \text{мертвый объем}$$

$$V_{\text{м,о}} = \max \begin{cases} V_{\text{заил}} \\ V_{\text{гэс}} \\ V_{\text{сзк}} \\ V_{\text{взб}} \end{cases} \quad V_{\text{м,о}} = \max \begin{cases} V_{\text{заил}} \\ V_{\text{гэс}} (\text{ГЭС работает в подчиненном режиме}) \\ V_{\text{сзк}} \rightarrow h \geq 2,5\text{м}; K_{\text{л}} \leq 0,35 \\ V_{\text{взб}} (\text{обеспеч. норм. работу водозаб. сооруж.}) \end{cases}$$

$$V_{\text{заил}} = \frac{S * p * (1 + r - \tau) * T}{\gamma}, \text{ где}$$

S- среднегодовой сток S= 788,5 ; p- мутность реки, Принимаем 0,4 кг/м<sup>3</sup> ; r- доля взвешенных наносов r= 0,25 ; τ- доля транзитных наносов τ=0,05

T- расчетный срок заиления T=50лет; γ- объемный вес отложений = 1100 кг/м<sup>3</sup> ; V<sub>заил</sub>= 17,2 млн,м<sup>3</sup>

$V_{сэ} = 3 \text{ млн. м}^3$  (определяем на графике батиграфической зависимости),  
тогда  $V_{мо} = V_{запл} = 17,2 \text{ млн. м}^3$

Таблица 8 - Водохозяйственный баланс расчетного маловодного года в годовых объемах стока и водопотребления

Водохозяйственные Показатели	Варианты водохозяйственных и водоохраных мероприятий						
	соврем.	1	2	3	4	5	6
<b>I.</b>	<b>ПРИХОДНАЯ ЧАСТЬ БАЛАНСА</b>						
<b>I.1 Сток расчетного года 75% обеспечен.</b>	588,22	588,22	588,22	588,22	588,22	588,22	588,22
I.2 Подземный.вдзб.	41,66	41,66	41,66	41,66	41,66	41,66	41,66
I.3 Возвратные воды	-	-	-	-	-	-	-
I.3.1 гкбх	35,53	35,53	35,53	35,53	32,53	32,53	32,53
I.3.2 скбх	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
I.3.3 промышлен.	284,21	81,20	81,20	81,20	81,20	81,20	81,20
I.3.4 орошение	3,75	3,75	3,75	2,05	2,05	2,05	2,05
I.3.5 животноводст.	1,11	1,11	1,11	1,11	0,00	0,00	0,00
I.3.6 рекреация	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66
<b>Всего ВВ</b>	328,01	125,00	125,00	123,30	119,19	119,19	119,19
I.4 Дотация из внешнего бассейна	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	80,00
<b>Итого по разделу I</b>	957,89	754,88	754,88	753,18	749,07	749,07	829,07
<b>II.</b>	<b>РАСХОДНАЯ ЧАСТЬ БАЛАНСА</b>						
<b>II.1 Водопотребл.</b>							
II.1.1 гкбх	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47
II.1.2 скбх	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
II.1.3 промышлен.	315,79	90,23	90,23	90,23	90,23	90,23	90,23
II.1.4 ТЭС	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47	39,47
II.1.5 орошение	25,00	25,00	25,00	13,67	9,56	9,56	9,56
II.1.6 животных.	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39
II.1.7 рекреация	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84
<b>Всего водопотреб.</b>	425,15	199,59	199,59	188,26	184,15	184,15	184,15
<b>II.2 Ущерб реч. стоку</b>	29,16	29,16	29,16	29,16	29,16	29,16	29,16
II.3 Попуски							
II.3.1 Комплексный	537,43	537,43	537,43	537,43	537,43	537,43	537,43
II.3.2 С учетом качества воды ( $W_{пз}$ )	6431,09	2370,88	1274,70	1223,70	1169,37	584,58	585,58
Гкбх	532,89	532,89	248,71	248,71	227,71	130,12	130,12
Скбх	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	36,00
промышлен.	5684,21	1624,00	812,00	812,00	812,00	324,80	324,80
Орошение	112,50	112,50	112,50	61,50	61,50	61,50	61,50
животноводст.	33,33	33,33	33,33	33,33	0,00	0,00	0,00
Рекреация	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16	33,16
<b>Расчетный попуск</b>	6431,09	2370,88	1274,70	1223,70	1169,37	584,58	585,58
<b>Итого по разделу II</b>	6885,40	2599,63	1503,45	1441,12	1382,68	797,89	798,89
	<b>РЕЗУЛЬТАТЫ ВХБ</b>						
<b>Дефицит</b>	5927,51	1844,75	748,57	687,94	633,61	48,82	0,00
<b>Резерв ВР</b>	0	0	0	0	0	0,00	30,18

Расчет водохозяйственного баланса года расчетной обеспеченности выполняется для определения режима регулирования и величины полезного объема. Методика расчета соответствует классической методике сезонного регулирования (разбирается на практических занятиях). В соответствие с результатами водохозяйственного баланса суммарный дефицит составил 218,13 млн.м<sup>3</sup> без учёта потерь на дополнительное испарение и фильтрацию. Балансовая ведомость пересчитывается дважды для учета потерь с учетом реального хода наполнения. В рассматриваемом случае имеет место однократный режим работы водохранилища сезонного регулирования, поэтому полезный объем равен сумме дефицитов. В другом случае строится разностная интегральная кривая стока и водопотребления или используется алгоритм «поиска решения».

$$V_{\text{плз}} \approx \Sigma D \text{ ( дефицитов)}$$

$$V_{\text{плз}} = 218,13 \text{ млн.м}^3$$

Средневзвешанный уровень водохранилища составляет

$$V_{\text{ср.взв}} = V_{\text{мо}} + 0,7 \times V_{\text{плз}}, \text{ млн. м}^3$$

$$V_{\text{ср.взв}} = 17,2 + 218,13 * 0,7 = 169,89 \text{ млн. м}^3$$

По батиграфическим кривым получаем:  $\omega_{\text{ср.взв}} = 16 \text{ млн. м}^2$

$$V_{\text{плн}} = V_{\text{плз}} + V_{\text{мо}} = 218,13 + 17,2 = 235,33 \text{ млн. м}^3$$

$$L_{\text{исп}} = \omega_{\text{ср.взв}} \times (h_{\text{в}} - h_{\text{с}}), \text{ млн. м}^3 \text{ где,}$$

Испарение с водной поверхности:  $h_{\text{в}} = 600 \text{ мм}$

Испарение с поверхности суши  $h_{\text{с}} = 450 \text{ мм}$

$$L_{\text{исп}} = 16 * (0,600 - 0,450) = 2,4 \text{ млн. м}^3; L_{\text{ф}} = w \times h_{\text{ф}}$$

$$h_{\text{ф}} = 100 \text{ см/год}; L_{\text{ф}} = 16 \times 1 = 16 \text{ млн. м}^3$$

$$L = L_{\text{исп}} + L_{\text{ф}};$$

$$L = 16 + 2,4 = 18,4 \text{ млн. м}^3$$

Уточненные параметры водохранилища согласно балансу таблицы 11:

$$V_{\text{плн}} = 233,46 \text{ млн. м}^3$$

Записываем характерные отметки по графику батиграфических кривых.

$$V_{\text{плн}} = 233,46 \text{ млн. м}^3 \text{ отметка НПУ} = 332 \text{ м}$$

$$V_{\text{мо}} = 17,2 \text{ млн. м}^3 \text{ отметка УМО} = 312 \text{ м}$$

$$V_{\text{плз}} = V_{\text{плн}} - V_{\text{мо}} = 233,46 - 17,2 = 216,26 \text{ млн. м}^3$$

### **Водно-энергетические расчеты с оценкой показателей ГЭС**

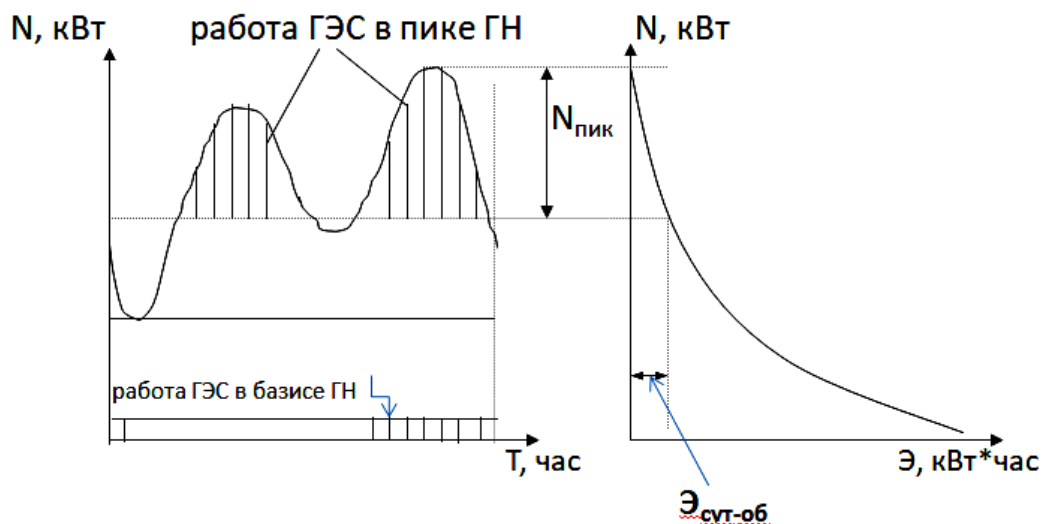
Водно-энергетические расчеты (ВЭР) служат для обоснования режима и параметров гидроэлектростанции в составе гидроузла (в общем случае рас-

хода ГЭС), а также для подбора основного и вспомогательного гидросилового оборудования, компоновки здания гидроэлектростанции.

Основные характеристики необходимые для ВЭР – расходы, напоры, морфометрии створа. В результате расчетов определяются гарантированная и установленная мощности ГЭС и объем выработки электроэнергии. Подбор оборудования в данной курсовой работе не выполняется.

В современных условиях надежное снабжение энергией потребителей возможно только при наличии резерва мощности, который компенсирует случайные дефициты энергоснабжения. Для определения гарантированной мощности используется суточный график нагрузки энергосистемы и анализирующая кривая.

$$N_{рез} = N_{нр} + N_{ар} + N_{рр} + N_{хр}$$



<b>Суточный график нагрузки Энергосистемы</b>	<b>Анализирующая кривая</b>
---	-----------------------------

Рисунок 5 - Расчетные зависимости к водно-энергетическим расчетам

$N_{об.сут}$  – мощность, выбираемая из расчетного года (или гидрологического ряда) значений мощности  $N=9,81*Q*N*\eta_{гэс}$ , соответствующая расчетной обеспеченности (80-90) %.

$N_{пик}$  – снимается с суточного графика нагрузки энергосистемы переходом с анализирующей кривой.

$N_{баз}$  – базисная часть графика нагрузки энергосистемы .

Для построения анализирующей кривой следует провести интегрирование графика нагрузки от  $N_{max}$  до 0.

Для определения гарантированной мощности находим сначала суточную обеспеченную выработку, затем входим в анализирующую кривую и отсекаем пиковую часть графика нагрузки – отрезок между высшей точкой графика и отсекающей горизонталью дает значение пиковой мощности  $N_{\text{пик}}$ .

$$Э_{\text{сут-об}} = N_{\text{об}} * 24; N_{\text{гар}} = N_{\text{баз}} + N_{\text{пик}}$$

Полагая, что резервная мощность составляет 5% от установленной, имеем:

$$N_{\text{уст}} = N_{\text{гар}} / 0,95$$

### Приближенная оценка пропускной способности поверхностного водосброса и объема форсировки

Расчет проводим по формуле Д.И. Кочерина:

$$V_{\Phi} = W_H^p \left( 1 - \frac{Q_H}{Q_{\text{max}}} \right)$$

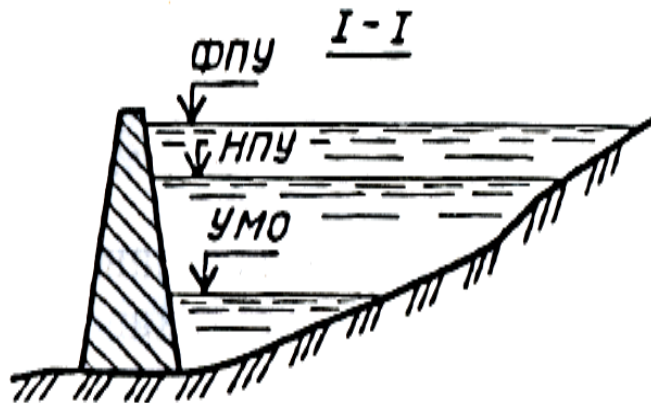


Рис.6

$$W_H^p = 0,75 * S_{0,5} = 0,75 * (2,130 * 788,5) = 1259,6 \text{ млн. м}^3$$

$Q_{\text{max}}$  – рассчитывается по эмпирической формуле, при отсутствии данных наблюдений для рек с весенним половодьем.

Расчеты пропуска максимальных расходов через гидроузел достаточно сложная самостоятельная задача. Поэтому задаемся объемом форсировки по согласованию с преподавателем. Далее используем формулу Кочерина:

$$\text{Получаем } Q_H = Q_{\text{max}} \left( 1 - \frac{V_{\Phi}}{W_H^p} \right)$$

Окончательное установление объема форсировки дает возможность наметить характерные уровни гидроузла и водохранилища.

отметка УМО  
отметка НПУ  
отметка ФПУ

Результаты отражаются на карте, где отмечается створ, граница затопления при НПУ, некоторые элементы компоновки участников водохозяйственного комплекса.

### Оценка стоимости водохозяйственных и технических мероприятий

Оценка стоимостных показателей курсовой работы выполняется на основании укрупненных удельных стоимостных показателей, средне-статистические значения которых приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Среднестатистические значения укрупненных удельных стоимостных показателей

Показатели	Строительство очистных сооружений или станций водоподготовки для получения 1 м <sup>3</sup> воды, включая затраты на водоотведение	Реконструкция оросительных систем (на 1 м <sup>3</sup> сэкономленной воды)	Оборотные и комбинированные системы водоснабжения (на 1 м <sup>3</sup> снижения объема водозабора)	Добыча подземных вод	Мелиорация водосборов (ВОЗ, противоэрозийные мероприятия)	Ввод новых площадей орошения	ГЭС в составе ГУ	Переброска 1 м <sup>3</sup> небольшими каналами (водоводами)	Регулирование стока водохранилищами или компл ГУ (на 1 м <sup>3</sup> доп. Гарантированной отдачи)
К (инвестиции)	100.00	24.00	55.00	4.00	300 руб /га	36000руб/га	0,2*К <sub>гв</sub>	5.40	10.00
З (экспл. затр.)	7.00	-	17.00	2.50	6 руб/га	360 руб/га	0,2*З <sub>гв</sub>	0.30	1.50
Д (доход от реализации)	27.00	10.00	25.00	3.00	-	15000руб/га	3 руб/кВт*ч	1.00	3.00
ЕЧД (ежегодный ЧД)	Д - З								
в (себестоимость воспроизведенных водных ресурсов)	З / W								
I <sub>д</sub> (коэф. рентабельности)	ЕЧД / К								

### Заключение (проект)

Для удовлетворения требований проектируемого водохозяйственного комплекса необходимо проведение мероприятий по рациональному водопользованию и создание водохранилища сезонного регулирования стока для



снижения дефицита равного ...млн.м<sup>3</sup>. В противном случае возникает опасность полного истощения водного объекта и его экологическая деградация.

В числе мероприятий по экономии водных ресурсов и регулированию качества вод в проекте предложены следующие:

Модернизация промышленного производства с увеличением коэффициента оборота и широкого внедрения комбинированных систем водоснабжения. Рекомендуется строительство мощных очистных сооружений, оптимизация режимов орошения и комплексных мероприятий, повторное использование городских и животноводческих стоков для орошения ЗПО, обустройство водоохранной зоны по берегам объекта, агролесомелиоративные мероприятия на водосборе, строительство дополнительных отстойников и канализаций, обвалование опасных источников загрязнения и т.д.

Режим сезонного регулирования стока должен обеспечиваться водохранилищем с полным объемом ... млн. м<sup>3</sup>, полезный объем составил ...млн. м<sup>3</sup>, мертвый объем ...млн. м<sup>3</sup>.

Для улучшения технико-экономических показателей в состав гидроузла включена ГЭС. В результате расчётов определена гарантированная( $N_{\text{гар}}$ ) и установленная( $N_{\text{гар}}$ ) мощности ГЭС и объём выработки электроэнергии ( $\text{Э}_{\text{ср}}$ ).

## 5. Требования к оформлению курсовой работы

### 5.1 Оформление текстового материала (ГОСТ 7.0.11 – 2011)

1. Курсовая работа должна быть выполнена печатным способом с использованием компьютера и принтера на одной стороне белой бумаги формата А 4 (210x297 мм).
2. Поля: с левой стороны – 25 мм; с правой – 10 мм; в верхней части – 20 мм; в нижней – 20 мм.
3. Тип шрифта: *Times New Roman Cyr*. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов (глав): полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Цвет шрифта должен быть черным. Межсимвольный интервал – обычный. Межстрочный интервал – полуторный. Абзацный отступ – 1,25 см.
4. Страницы должны быть пронумерованы. Порядковый номер ставится в **середине верхнего поля**. Первой страницей считается титульный лист, но номер страницы на нем не проставляется. Рецензия - страница 2, затем 3 и т.д.
5. Главы имеют **сквозную нумерацию** в пределах работы и обозначаются арабскими цифрами. **В конце заголовка точка не ставится**. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. **Переносы слов в заголовках не допускаются**.
6. Номер подраздела (параграфа) включает номер раздела (главы) и порядковый номер подраздела (параграфа), разделенные точкой. Пример – 1.1, 1.2 и т.д.
7. Главы работы по объему должны быть пропорциональными. Каждая глава начинается с новой страницы.
8. В работе необходимо четко и логично излагать свои мысли, следует избегать повторов и отступлений от основной темы. Не следует загромождать текст длинными описательными материалами.
9. На последней странице курсовой работы ставятся дата окончания работы и подпись автора.
10. Законченную работу следует переплести в папку.  
Написанную и оформленную в соответствии с требованиями курсовую работу студент регистрирует на кафедре. Срок рецензирования – не более 7 дней.

### 5.2 Оформление ссылок (ГОСТ Р 7.0.5)

При написании курсовой работы необходимо давать краткие внутри-текстовые библиографические ссылки. Если делается ссылка на источник в целом, то необходимо после упоминания автора или авторского коллектива, а также после приведенной цитаты работы, указать в квадратных скобках номер этого источника в библиографическом списке. Например: Обосновывающие водохозяйственные расчеты и балансы выполняются в соответствии с методикой, изложенной в [1, 3-5].

Допускается заключать внутри текстовую библиографическую ссылку в круглые скобки, с указанием авторов и года издания объекта ссылки. Например, (Дубинина, 2001).

Если ссылку приводят на конкретный фрагмент текста документа, в ней указывают порядковый номер и страницы, на которых помещен объект ссылки. Сведения разделяют запятой, заключая в квадратные скобки. Например, [10, с. 81]. Допускается оправданное сокращение цитаты. В этом случае пропущенные слова заменяются многоточием.

### 5.3 Оформление иллюстраций(ГОСТ 2.105-95)

На все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае, номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (*например*: Рисунок 1.1).

Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. В этом случае подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 -Характеристика водности реки в расчетных створах

Точка в конце названия не ставится.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рис. 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рис. 1.2» при нумерации в пределах раздела.

Независимо от того, какая представлена иллюстрация - в виде схемы, графика, диаграммы - подпись всегда должна быть «Рисунок». Подписи типа «Схема 1.2», «Диagr. 1.5» не допускаются.

### 5.4 Общие правила представления формул(ГОСТ 2.105-95)

Формулы должны быть оформлены в редакторе формул *Equation Editor* вставлены в документ как объект.

Большие, длинные и громоздкие формулы, которые имеют в составе знаки суммы, произведения, дифференцирования, интегрирования, размещают на отдельных строках. Это касается также и всех нумеруемых формул. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, отделенных от текста, можно подать в одной строке, а не одну под одну. Небольшие и несложные формулы, которые не имеют самостоятельного значения, вписывают внутри строк текста.

Объяснение значений символов и числовых коэффициентов нужно подавать непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они приведены в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента нужно подавать с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия.

Уравнения и формулы нужно выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы нужно оставить не меньше одной свободной строки. Если уравнение не вмещается в одну строку, его следует перенести после знака равенства (=), или после знаков плюс (+), минус (-), умножение.

Нумеровать следует лишь те формулы, на которые есть ссылка в следующем тексте.

Порядковые номера помечают арабскими цифрами в круглых скобках около правого поля страницы без точек от формулы к ее номеру. Формулы должны нумероваться сквозной нумерацией арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой (Например, 4.2). Номер, который не вмещается в строке с формулой, переносят ниже формулы. Номер формулы при ее перенесении помещают на уровне последней строки. Если формула взята в рамку, то номер такой формулы записывают снаружи рамки с правой стороны напротив основной строки формулы. Номер формулы-дроби помещают на уровне основной горизонтальной черточки формулы.

Номер группы формул, размещенных на отдельных строках и объединенных фигурной скобкой, помещается справа от острия парантеза, которое находится в середине группы формул и направлено в сторону номера.

Общее правило пунктуации в тексте с формулами такое: формула входит в предложение как его равноправный элемент. Поэтому в конце формул и в тексте перед ними знаки препинания ставят в соответствии с правилами пунктуации.

Двоеточие перед формулой ставят лишь в случаях, предусмотренных правилами пунктуации: а) в тексте перед формулой обобщающее слово; б) этого требует построение текста, который предшествует формуле.

Знаками препинания между формулами, которые идут одна под одной и не отделены текстом, могут быть запятая или точка с запятой непосредственно за формулой к ее номеру.

**Пример:** Влажность почвы  $W$  в % вычисляется по формуле:

$$W = \frac{(m_1 - m_0) \times 100}{(m_0 - m)}, \quad (4.2)$$

где

$m_1$ , - масса влажной почвы со стаканчиком, г;

$m_0$ - масса высушенной почвы со стаканчиком, г;

$m$  - масса стаканчика, г.

При ссылке на формулу в тексте ее номер ставят в круглых скобках.

*Например:* Из формулы (4.2) следует...

## 5.5 Оформление таблиц (ГОСТ 2.105-95)

На все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела – в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (*например*: Таблица 1.2). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением обозначения приложения (*например*: Приложение 2, табл. 2).

Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (*например*: Таблица 3 – Аккумуляция углерода в продукции агроценозов за 1981-2015 гг.).

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» или «Окончание» и указывают номер таблицы (*например*: Продолжение таблицы 3).

Таблицы, занимающие страницу и более, обычно помещают в приложение. Таблицу с большим количеством столбцов допускается размещать в альбомной ориентации. В таблице допускается применять размер шрифта 12, интервал 1,0.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят.

Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается. Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование таблицей. Но заголовок столбцов и строк таблицы должны быть отделены линией от остальной части таблицы.

При заимствовании таблиц из какого-либо источника, после нее оформляется сноска на источник в соответствии с требованиями к оформлению сносок.

*Пример:*

Таблица 3 – Аккумуляция углерода в продукции агроценозов за 1981-2015 гг., тыс. т С·год<sup>-1</sup>

Ландшафтно-климатическая зона	га	ANP	BNP	NPP
1	2	3	4	5
Лесостепь	42054	84,52	61,85	146,37

Степь	150201	221,70	246,72	468,42
-------	--------	--------	--------	--------

-----разрыв страницы-----

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
Сухостепь	52524	79,05	71,14	150,19
Итого	244779	385,27	379,71	764,98

## 5.6 Оформление библиографического списка (ГОСТ 7.1)

### Оформление книг

#### *с 1 автором*

Орлов, Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.

#### *с 2-3 авторами*

Жуланова, В.Н. Агрочуву Тувы: свойства и особенности функционирования / В.Н. Жуланова, В.В. Чупрова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 155 с.

#### *с 4 и более авторами*

Коробкин, М.В. Современная экономика / М.В. Коробкин [и др.] - СПб.: Питер, 2014.- 325 с.

### Оформление учебников и учебных пособий

Наумов, В.Д. География почв. Почвы тропиков и субтропиков: учебник / В.Д. Наумов - М.: «ИНФРА-М», 2014. - 282 с.

### Оформление учебников и учебных пособий под редакцией

Использование дистанционных методов исследования при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия: уч. пособие / И.Ю. Савин, В.И.Савич, Е.Ю. Прудникова, А.А. Устюжанин; под ред. В.И. Кирюшина. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. - 180 с.

### Для многотомных книг

Боков, А.Н. Экономика Т.2. Микроэкономика / А.Н. Боков. - М.: Норма, 2014. - 532 с.

### Словари и энциклопедии

Ожегов, С. И. Толковый словарь русского языка / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова. - М.: Азбуковник, 2000. - 940 с.

Экономическая энциклопедия / Е. И. Александрова [и др.]. - М.: Экономика, 1999. - 1055 с.

### **Оформление статей из журналов и периодических сборников**

1. Яковлев, П.А. Продуктивность яровых зерновых культур в условиях воздействия абиотических стрессовых факторов при обработке семян селеном, кремнием и цинком / П.А. Яковлев // *Агрехимический вестник*. – 2014. – № 4. – С. 38–40.

2. Krylova, V.V. Hypoxic stress and the transport systems of the peribacteroid membrane of bean root nodules / V.V. Krylova, S.F. Izmailov // *Applied Biochemistry and Microbiology*, 2011. - Vol. 47. - №1. - P.12-17.

3. Сергеев, В.С. Динамика минерального азота в черноземе выщелоченном под яровой пшеницей при различных приемах основной обработки почвы / В.С. Сергеев // *Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. – Уфа, 2009. – С. 58-62.

4. Shumakova, K.B., Burmistrova A.Yu. The development of rational drip irrigation schedule for growing nursery apple trees (*Malus domestica* Borkh.) in the Moscow region/ K.B. Shumakova, A.Yu. Burmistrova // *European science and technology: materials of the IV international research and practice conference*. Vol. 1. Publishing office Vela Verlag Waldkraiburg – Munich – Germany, 2013. - P. 452–458.

### **Диссертация**

Жуланова, В.Н. Гумусное состояние почв и продуктивность агроценозов Тувы // В.Н. Жуланова. – Дисс. ... канд. биол. наук. Красноярск, 2005. – 150 с.

### **Автореферат диссертации**

Козеичева Е.С. Влияние агрохимических свойств почв центрального нечерноземья на эффективность азотных удобрений: Автореф. дис. канд. биол. наук: 06.01.04 - М.: 2011. - 23с.

### **Описание нормативно-технических и технических документов**

1. ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления» - Введ. 2009-01-01.— М.: Стандартинформ, 2008.— 23 с.

2. Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи.— № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).— 3 с.

### **Описание официальных изданий**

Конституция Российской Федерации принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года.— М.: Эксмо, 2013.— 63 с.

### **Депонированные научные работы**

1. Крылов, А.В. Гетерофазная кристаллизация бромида серебра/ А.В. Крылов, В.В. Бабкин; Редкол. «Журн. прикладной химии». — Л., 1982. — 11 с. — Деп. в ВИНТИ 24.03.82; № 1286-82.

2. Кузнецов, Ю.С. Изменение скорости звука в холодильных расплавах / Ю.С. Кузнецов; Моск. хим.-технол. ун-т. — М., 1982. — 10 с. — Деп. в ВИНТИ 27.05.82; № 2641.

### **Электронные ресурсы**

1. Суков, В.В. Продуктивность звена полевого севооборота / В.В. Суков, О.В. Чухина // Молочнохозяйственный вестник. — 2012. — №4(8) [Электронный журнал]. — С.18-23. — Режим доступа: URL molochnoe.ru/journal.

2. Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.nbrkomi.ru>. — Заглавие с экрана. — (Дата обращения: 14.04.2014).

## **5.7 Оформление графических материалов**

Графическая часть выполняется на одной стороне белой чертёжной бумаги в соответствии с требованиями ГОСТ 2.301-68 формата А1 (594x841). В обоснованных случаях для отдельных листов допускается применение других форматов.

Требования к оформлению графической части изложены в стандартах ЕСКД: ГОСТ 2.302-68\* «Масштабы»; ГОСТ 2.303-68\* «Линии»; ГОСТ 2.304-81\* «Шрифты», ГОСТ 2.305-68\*\* «Изображения – виды, разрезы, сечения» и т. д. Основная надпись на чертежах выполняется по ГОСТ 2.104-68\*. Оформление основной надписи графической части выполняется в соответствии с ГОСТ Р 21.1101-2013 СПДС.

Чертежи ВКР выполняются в карандаше, туши или с применением ПК.

Чертежи должны быть оформлены в полном соответствии с государственными стандартами: «Единой системы конструкторской документации» (ЕСКД); «Системы проектной документации для строительства» (СПДС (ГОСТ 21)) и других нормативных документов. На каждом листе тонкими линиями отмечается внешняя рамка по размеру формата листа, причем вдоль



короткой стороны слева оставляется поле шириной 25 мм для подшивки листа. В правом нижнем углу располагается основная подпись установленной формы, приложение Г.

### **5.8 Оформление приложений (ГОСТ 2.105-95)**

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова "Приложение" и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Допускается использование для обозначения приложений арабских цифр. После слова "Приложение" следует буква (или цифра), обозначающая его последовательность.

Приложения, как правило, оформляют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А2, А1 по ГОСТ 2.301.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

### **5.9 Требования к лингвистическому оформлению курсовой работы**

Курсовая работа должна быть написана логически последовательно, литературным языком. Повторное употребление одного и того же слова, если это возможно, допустимо через 50-100 слов. Не должны употребляться как излишне пространные и сложно построенные предложения, так и чрезмерно краткие лаконичные фразы, слабо между собой связанные, допускающие двойные толкования и т. д.

При написании курсовой работы не рекомендуется вести изложение от первого лица единственного числа: «я наблюдал», «я считаю», «по моему мнению» и т.д. Корректнее использовать местоимение «мы». Допускаются обороты с сохранением первого лица множественного числа, в которых исключается местоимение «мы», то есть фразы строятся с употреблением слов «наблюдаем», «устанавливаем», «имеем». Можно использовать выражения «на наш взгляд», «по нашему мнению», однако предпочтительнее выражать ту же мысль в безличной форме, например:

- изучение педагогического опыта свидетельствует о том, что ...;*
- на основе выполненного анализа можно утверждать ...;*
- проведенные исследования подтвердили...;*
- представляется целесообразным отметить;*
- установлено, что;*
- делается вывод о...;*
- следует подчеркнуть, выделить;*
- можно сделать вывод о том, что;*
- необходимо рассмотреть, изучить, дополнить;*
- в работе рассматриваются, анализируются...*

При написании курсовой работы необходимо пользоваться языком научного изложения. Здесь могут быть использованы следующие слова и выражения:

- для указания на последовательность развития мысли и временную соотнесенность:
  - *прежде всего, сначала, в первую очередь;*
  - *во – первых, во – вторых и т. д.;*
  - *затем, далее, в заключение, итак, наконец;*
  - *до сих пор, ранее, в предыдущих исследованиях, до настоящего времени;*
  - *в последние годы, десятилетия;*
- для сопоставления и противопоставления:
  - *однако, в то время как, тем не менее, но, вместе с тем;*
  - *как..., так и...;*
  - *с одной стороны..., с другой стороны, не только..., но и;*
  - *по сравнению, в отличие, в противоположность;*
- для указания на следствие, причинность:
  - *таким образом, следовательно, итак, в связи с этим;*
  - *отсюда следует, понятно, ясно;*
  - *это позволяет сделать вывод, заключение;*
  - *свидетельствует, говорит, дает возможность;*
  - *в результате;*
- для дополнения и уточнения:
  - *помимо этого, кроме того, также и, наряду с..., в частности;*
  - *главным образом, особенно, именно;*
- для иллюстрации сказанного:
  - *например, так;*
  - *проиллюстрируем сказанное следующим примером, приведем пример;*
  - *подтверждением вышесказанного является;*
- для ссылки на предыдущие высказывания, мнения, исследования и т.д.:
  - *было установлено, рассмотрено, выявлено, проанализировано;*
  - *как говорилось, отмечалось, подчеркивалось;*
  - *аналогичный, подобный, идентичный анализ, результат;*
  - *по мнению X, как отмечает X, согласно теории X;*
- для введения новой информации:
  - *рассмотрим следующие случаи, дополнительные примеры;*
  - *перейдем к рассмотрению, анализу, описанию;*
  - *остановимся более детально на...;*
  - *следующим вопросом является...;*
  - *еще одним важнейшим аспектом изучаемой проблемы является...;*
- для выражения логических связей между частями высказывания:
  - *как показал анализ, как было сказано выше;*
  - *на основании полученных данных;*

- *проведенное исследование позволяет сделать вывод;*
- *резюмируя сказанное;*
- *дальнейшие перспективы исследования связаны с....*

Письменная речь требует использования в тексте большого числа развернутых предложений, включающих придаточные предложения, причастные и деепричастные обороты. В связи с этим часто употребляются составные подчинительные союзы и клише:

- *поскольку, благодаря тому, что, в соответствии с...;*
- *в связи, в результате;*
- *при условии, что, несмотря на...;*
- *наряду с..., в течение, в ходе, по мере.*

Необходимо определить основные понятия по теме исследования, чтобы использование их в тексте курсовой работы было однозначным. Это означает: то или иное понятие, которое разными учеными может трактоваться по-разному, должно во всем тексте данной работы от начала до конца иметь лишь одно, четко определенное автором курсовой работы значение.

В курсовой работе должно быть соблюдено единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая и стилистическая грамотность в соответствии с нормами современного русского языка.

## **6. Порядок защиты курсовой работы**

Ответственность за организацию и проведение защиты курсовой работы возлагается на заведующего кафедрой и руководителя курсовым проектированием. Заведующий кафедрой формирует состав комиссии по защите курсовых работ, утвержденный протоколом заседания кафедры. Руководитель информирует студентов о дне и месте проведения защиты курсовых работ, обеспечивает работу комиссии необходимым оборудованием, проверяет соответствие тем представленных курсовых работ примерной тематике, готовит к заседанию комиссии экзаменационную ведомость с включением в нее тем курсовых работ студентов, дает краткую информацию студентам о порядке проведения защиты курсовых работ, обобщает информацию об итогах проведения защиты курсовых работ на заседание кафедры.

К защите могут быть представлены только работы, которые получили положительную рецензию. Не зачтенная работа должна быть доработана в соответствии с замечаниями руководителя в установленные сроки и сдана на проверку повторно.

Защита курсовых работ проводится до начала экзаменационной сессии. Защита курсовой работы включает:

- краткое сообщение автора (возможна презентация 9-11 слайдов) об актуальности работы, целях, объекте исследования, результатах и рекомендациях по совершенствованию методов и организации деятельности организаций, участвующих в разработке темы исследования;
- вопросы к автору работы и ответы на них;

- отзыв руководителя курсового проектирования.

Защита курсовой работы производится перед членами комиссии, целесообразно присутствие студентов, защищающих курсовую работу в тот же день. К защите могут быть представлены только те работы, которые получили положительную рецензию руководителя.

Если при проверке курсовой работы или защите выяснится, что студент не является ее автором, то защита прекращается. Студент будет обязан написать курсовая работа по другой теме.

При оценке курсовой работы учитывается:

- степень самостоятельности выполнения работы;
- актуальность и новизна работы;
- сложность и глубина разработки темы;
- знание современных подходов на исследуемую проблему;
- использование периодических изданий по теме;
- качество оформления;
- четкость изложения доклада на защите;
- правильность ответов на вопросы.

В соответствии с установленными правилами курсовая работа оценивается по следующей шкале:

- на "**отлично**" оценивается работа, в которой полностью раскрыта тема, в полном объеме решены все задачи в соответствии с проектным заданием, оформление соответствует государственным стандартам, защита курсовой свидетельствует о понимании сути проекта и владении необходимыми знаниями предмета.

- на "**хорошо**" оценивается работа, в которой полностью раскрыта тема, в полном объеме решены все задачи в соответствии с проектным заданием, оформление соответствует государственным стандартам, защита курсовой свидетельствует о понимании сути проекта и недостаточно полном владении необходимыми знаниями предмета.

- на "**удовлетворительно**" оценивается работа, в которой полностью раскрыта тема, в полном объеме решены все задачи в соответствии с проектным заданием, оформление соответствует государственным стандартам, защита курсовой работы свидетельствует о недостаточно глубоком понимании сути проекта и полученных результатов.

- на "**неудовлетворительно**" оценивается работа, в которой не полностью раскрыта тема, не все задачи решены в соответствии с проектным заданием, оформление не соответствует государственным стандартам, защита курсовой свидетельствует о непонимании сути проекта и полученных результатов.

По итогам защиты курсовой работы выставляется оценка на титульный лист работы, в экзаменационную ведомость и зачетную книжку студента.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение курсовой работы**

### ***с 1 автором***

Орлов, Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 376 с.

### ***с 2-3 авторами***

Жуланова, В.Н. Агрочувствительность Тувы: свойства и особенности функционирования / В.Н. Жуланова, В.В. Чупрова. – Красноярск: Изд-во КрасГАУ, 2010. – 155 с.

### ***с 4 и более авторами***

Коробкин, М.В. Современная экономика / М.В. Коробкин [и др.] – СПб.: Питер, 2014. – 325 с.

## **Оформление учебников и учебных пособий**

Наумов, В.Д. География почв. Почвы тропиков и субтропиков: учебник / В.Д. Наумов – М.: «ИНФРА-М», 2014. – 282 с.

## **Оформление учебников и учебных пособий под редакцией**

Использование дистанционных методов исследования при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия: уч. пособие / И.Ю. Савин, В.И.Савич, Е.Ю. Прудникова, А.А. Устюжанин; под ред. В.И. Кирюшина. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. – 180 с.

## **7.1 Основная литература**

1. Раткович, Л.Д. Водохозяйственные системы и водопользование: учебник / Л.Д. Раткович [и др.] – М.: ИНФРА-М, 2019. – 452 с.
2. Воропаев, Г.В. Развитие водохозяйственных систем. Методы анализа и оценка эффективности их функционирования / Г.В. Воропаев, Г.Х. Исмаилов, В.М.Федоров - М.: Наука, 1989. – 295 с.
3. Маркин В.Н. Особенности методологии комплексного водопользования: монография / В.Н.Маркин, Л.Д. Раткович, И.В. Глазунова – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. – 116 с.
4. Жабин, В.Ф., Охрана подземных вод: уч. пособие/ В.Ф Жабин, Д.В.Козлов, Л.Д. Раткович.– М.: МГУП, 2010. – 94 с.
5. Раткович Л.Д. Вопросы рационального использования водных ресурсов и проектного обоснования водохозяйственных систем: монография./ Л.Д. Раткович, В.Н.Маркин, И.В. Глазунова– М.: МГУП, 2013. – 258 с.
6. Заслоновский, В.Н. Строительство и эксплуатация водохозяйственных систем. Воздействие водохозяйственных работ на окружающую среду. Безопасность ГТС / В.Н. П Заслоновский, Аксенова. В.А - М.: «Теплотехник». 2012. - 123 с.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик: издание официальное: свод правил по проектированию и строительству // Госстрой России. – М.: Центр проектной продукции в стр-ве (ФГУП ЦПП), 2004.
2. СП 104.13330.2016 Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85.– М.: Стандартинформ, 2017.
3. СП 39.13330.2012 «СНиП 2.06.05-84\* Плотины из грунтовых материалов» (утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. № 635/18) . – М.: Минрегион России, 2011.
4. Методические указания по разработке правил использования водохранилищ. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. Приказ от 26.01.2011 г. № 17.

## **8. Методическое, программное обеспечение курсовой работы**

### **8.1 Методические указания и методические материалы к курсовой работе**

Настоящие методические указания и приведенный список рекомендуемой литературы достаточны для выполнения рассматриваемого курсовой работы.

### **8.2 Программное обеспечение для выполнения курсовой работы**

Программное обеспечение курсовой работы состоит из набора электронных таблиц с построением необходимых графиков и зависимостей. Имеются также программы в Excel и Dos для моделирования водохозяйственных балансов и гидрологических рядов стока.

#### **Методические указания разработали:**

профессор, к.т.н. Раткович Л.Д., доцент, к.т.н. Маркин В.Н., доцент, к.т.н. Глазунова И.В., доцент, к.т.н. Соколова С.А., доцент, к.т.н. Матвеева Т.И.

## Приложение А

### Пример оформления титульного листа курсовой работы



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
 МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
 (ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
 имени А.Н. Костякова

Кафедра Комплексного использования водных ресурсов  
 и гидравлики

Учебная дисциплина

Водохозяйственные системы и водопользование  
**КУРСОВАЯ РАБОТА**

на тему: Обоснование мероприятий по рациональному водопользованию  
 в бассейне реки в бассейне реки Учебная

Выполнил (а) студент (ка)  
 III курса группы  
 Соболев А.П.

Дата регистрации КР  
 на кафедре \_\_\_\_\_

Допущен (а) к защите

Руководитель:

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

Члены комиссии:

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

\_\_\_\_\_  
 подпись

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

\_\_\_\_\_  
 подпись

\_\_\_\_\_  
 ученая степень, ученое звание, ФИО

\_\_\_\_\_  
 подпись

Оценка \_\_\_\_\_

Дата защиты \_\_\_\_\_

Москва, 2020

**Приложение Б****Примерная форма задания**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Российский государственный аграрный университет – МСХА  
имени К.А. Тимирязева

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства  
имени А.Н. Костякова

Кафедра Комплексного использования водных ресурсов  
и гидравлики

**ЗАДАНИЕ  
НА КУРСОВУЮ РАБОТУ**

Студент \_\_\_Соболев А.П.\_\_\_\_\_

**Тема КР** \_Обоснование мероприятий по рациональному водопользованию в бассейне рек ив бассейне реки Учебная

**Исходные данные к работе** Топографическая основа для компоновки ВХС; гидрологическая информация; показатели водопотребления отраслей хозяйства; удельные показатели стоимости мероприятий и сооружений

**Перечень дополнительного материала:** данные водного кадастра, справочник по водному хозяйству, законодательные документы, интернет ресурс.

Дата выдачи задания «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.

Руководитель (подпись, ФИО) \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению (подпись студента) \_\_\_\_\_  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ г.



**Приложение В**  
**Примерная форма рецензии на курсовую работу**

**РЕЦЕНЗИЯ**

на курсовую работу студента  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский государственный аграрный университет  
– МСХА имени К.А. Тимирязева»

Студент \_\_\_\_\_  
Учебная дисциплина Водохозяйственные системы и водопользование  
Тема курсовой работы:  
Обоснование мероприятий по рациональному водопользованию в бассейне  
реки \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_\_ бассейне \_\_\_\_\_ реки \_\_\_\_\_ Учеб-  
ная \_\_\_\_\_

**Полнота раскрытия те-  
мы:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Оформление**

---

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Замечания:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Курсовая работа отвечает предъявляемым требованиям и  
заслуживает \_\_\_\_\_ оценки.  
(отличной, хорошей, удовлетворительной, не удовлетворительной)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество, уч. степень, уч. звание, должность, место работы)

Дата: « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ г.

Подпись: \_\_\_\_\_