

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 04.05.2025 16:21:55

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29



**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 гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами

УТВЕРЖДАЮ:

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

Д.М. Бенин

«20» августа 2024 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### **Б1.В.1 Цифровые технологии в управлении** **водохозяйственными системами**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Направленность: Цифровые системы мониторинга безопасности  
водохозяйственных объектов в АПК

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения **очная**

Год начала подготовки **2024**

Москва, 2024

Разработчики:

Раткович Л.Д., д.т.н., профессор

  
«26» августа 2024г

Матвеева Т.И., к.т.н., доцент

  
«26» августа 2024г

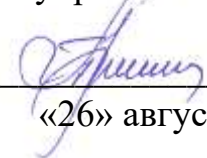
Рецензент: Ханов Н.В., профессор, д.т.н.,  
зав. кафедрой гидротехнических сооружений

  
«26» августа 2024г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, ПООП профессионального стандарта № 686 от 26.05.2020 г. по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры протокол № \_12\_ от «26» августа 2024г

И. о. заведующего кафедрой гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами Перминов А.В., к.т.н., доцент

  
«26» августа 2024г.

**Согласовано:**

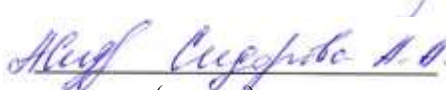
Председатель учебно-методической  
комиссии института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства имени  
А.Н. Костякова Гавриловская Н.В., к.т.н., доцент

  
«26» августа 2024г

И.о. заведующего выпускающей кафедры  
гидравлики, гидрологии и управления  
водными ресурсами  
Перминов А.В., к.т.н., доцент

  
«26» августа 2024г

Зав. отдела комплектования ЦНБ /

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	18
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	20
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	20
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	27
7.1 Основная литература .....	27
7.2 Дополнительная литература.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>
7.3 Нормативные правовые акты .....	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ.....	29
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ) .....	29
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	30
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	33
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	33

## **АННОТАЦИЯ**

### **рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.1 Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами**

для подготовки магистров по направлению  
20.04.02 Природообустройство и водопользование  
направленность Цифровые системы мониторинга безопасности  
водохозяйственных объектов в АПК

**Цель освоения дисциплины:** освоение учащимися методологии управления водохозяйственными системами, решающими задачи водообеспечения, регулирования качества водных ресурсов и предотвращения негативного действия вод на принципах рационального водопользования и эффективного управления водными ресурсами в условиях многоцелевого водопользования.

**Место дисциплины в учебном плане:**

Дисциплина вариативного цикла **Б1.В.1** преподается во втором семестре 2 курса

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие профессиональные компетенции УК-3.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-6.1; ПКос-6.2

**Краткое содержание дисциплины:** Курс «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» имеет как теоретическую, так и практическую направленность. Рассматриваются задачи управления водохозяйственными системами. Затрагиваются положения теории управления большими кибернетическими системами. Процесс принятия решения при однокритериальном и многокритериальном управлении. Функциональная классификация водохранилищ и систем территориального перераспределения водных ресурсов. Примеры ВХС, присущие им водохозяйственные и экологические проблемы. ВХС на трансграничных водных объектах. Водохозяйственные расчеты для обоснования параметров и режима управления водными ресурсами. Оптимизация водохозяйственных балансов. Критерии оптимизации и целевые функции. Метод компромиссов при решении многоцелевых задач управления водными ресурсами. Правила использования водных ресурсов водохранилищ. Диспетчерские графики, их структура, методика разработки и эффективность применения. Информационное обеспечение процесса управления ВХС. Организационная структура управления водохозяйственными системами. Оперативное управление водохозяйственными системами. Методы принятия решения по составу и параметрам водохозяйственных и водоохраных мероприятий. Защита территорий от затопления и подтопления при прохождении высоких половодий и паводков. Мероприятия по предотвращению затопления земель и сокращению социальных и экономических ущербов.

**Общая трудоемкость дисциплины** составляет 4 зачетные единицы (144 часа/ из них на практическую подготовку 4 часа).

**Итоговый контроль по дисциплине:** зачет.

## 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» освоение учащимися методологии управления водохозяйственными системами, решающими задачи водообеспечения, регулирования качества водных ресурсов и предотвращения негативного действия вод на принципах рационального водопользования и эффективного управления водными ресурсами в условиях многоцелевого водопользования.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Дисциплина «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, профессионального стандарта № 686 от 26.05.2020 г. ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки магистра 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» являются такие дисциплины бакалавриата, как: «Водохозяйственные системы и водопользование», «Гидроинформатика», «Гидравлика водохозяйственных сооружений», «Регулирование речного стока» из дисциплин магистратуры: «Геоинформационные системы», «Системный анализ в управлении качеством процессов природообустройства и водопользования», «Математическое моделирование процессов в компонентах природы».

Дисциплина «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» является основополагающей для выполнения выпускной квалификационной работы и изучения следующих дисциплин:

Б1.В.ДВ.1.1	Экспертиза и мониторинг состояния природных объектов
Б1.В.4	Научные основы водопользования
Б1.В.6	Стохастическое и имитационное моделирование в задачах управления водными ресурсами

Особенностью дисциплины является рассмотрение вопросов водного хозяйства с точки зрения обоснования управленческих решений.

Значимость дисциплины основана на рассмотрении вопросов: оптимизации параметров водохозяйственных систем, решении вопросов управления количеством и качеством воды с помощью водохозяйственных систем.

Новизна дисциплины связана с углубленным обучением студентами принципов управления крупными системами и методов обоснования принятия решений.

Рабочая программа дисциплины «Цифровые технологии в управлении

водохозяйственными системами» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций (для 3++)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				Знать	Уметь	Владеть
1	УК-3	Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	УК-3.1 Знания и владение методами в области управления проектами.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• основные понятия теории управления, особенности и принципы управления природно-техническими системами (ПТС)</li> <li>• состав сооружений водохозяйственных систем</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать принципы управления ПТС в условиях нормальной эксплуатации</li> <li>• экспертно оценивать целесообразность водохозяйственного проекта</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• методами определения группы факторов, влияющих на параметры системы</li> <li>• выявлять наиболее значимые факторы, определяющие эффективность системы</li> </ul>
2	ПКос-1	Способен проводить исследования по повышению эффективности информационных объектов природообустройства и водопользования.	ПКос-1.1 Знания методов регулирования стока, оптимизации режимов работы водохозяйственных систем.	теорию регулирования речного стока и современные методы водохозяйственных и водно-энергетических расчетов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• выстраивать систему критериев удовлетворения требований водопотребителей и водопользователей</li> <li>• оценивать ущербы при ограничении водоподачи в условиях оперативного управления режимами комплексных гидроузлов</li> </ul>	методами постановки проектной задачи управления водными ресурсами в условиях конкурентных запросов системы участников водохозяйственного комплекса на основе рационализации и оптимизации режима управления
			ПКос-1.2 Умение использовать знания методов регулирования стока, оптимизации режимов работы водохозяйственных систем для	режимы функционирования водохозяйственных систем и порядок принятия решений при управлении процессами	формировать структуру водохозяйственных комплексов и систем	навыками проведения водохозяйственных и водно - энергетических расчетов на основе оптимизации управления водными ресурсами

			проведения исследований по повышению эффективности территориально - временного регулирования стока, сбережению водных ресурсов.			
3	ПКос-6	Способен проводить исследования в сфере облачных сервисов по контролю за цифровыми инженерными системами.	ПКос-6.1 Знания и владение методами управления процессами.	наиболее эффективные из используемых схем территориального-временного перераспределения речного стока	формулировать целевые показатели работы ВХС с учетом распределения водных ресурсов в условиях дефицита водных ресурсов и в форс-мажорных условиях	методами принятия решения о выборе способов предотвращения и уменьшения негативных проявлений действия вод и последствий водопользования
			ПКос-6.2 Умение применять знания, управления процессами для управления процессами производства работ в области сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения	методы построения производственных функций отраслевых потребителей и природоохранной составляющей	выстраивать приоритеты распределения водных ресурсов в условиях многоцелевого водопользования	методами оценки эколого-водохозяйственной оценки эффективности функционирования ВХС



Таблица 2

**Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час./ * всего	в т.ч. по семестрам №2
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,25/4</b>	<b>50,25/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>50,25</b>	<b>50,25</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	16	16
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	34/4	34/4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>93,75</b>	<b>93,75</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	36	36
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	48,75	48,75
<b>3. Подготовка к зачету</b>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет	

\* в том числе практическая подготовка

**4.2 Содержание дисциплины**

Таблица 3

**Тематический план учебной дисциплины**

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/ * всего	ПКР	
1. Цель и задачи управления ВХС. Стратегия управления. Методология управления	7	1	2		4
2. Перечень задач при управлении водохозяйственными системами и комплексами	8	1	2		5
3. Информационное обеспечение процессов управления ВХС и ВХК	11	2	4		5
4. Вариантные водохозяйственные балансы – как инструмент формирования структуры и параметров водохозяйственных комплексов и ВХС	22	4	8/2		10
5. Методология распределения водных ресурсов в условиях дефицита	18	2	6		10
6. Методы оперативного управления функционированием ВХС	11	2	4/2		5
7. Определение ущербов от ограничения водоподачи	11	2	4		5
8. Управление качеством вод	10,75	2	4		4,75
<i>контактная работа на</i>	0,25			0,25	

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/ * всего	ПКР	
<i>промежуточном контроле (КРА)</i>					
<i>выполнение РГР</i>	36				36
<i>Подготовка к зачету</i>	9				9
<b>Итого по дисциплине</b>	144	16	34/4	0,25	93,75

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Цель и задачи управления. Стратегия управления.**

### **Методология управления**

Тема 1. Цели управления водохозяйственными системами. Решаемые задачи. Область применения методов управления. Основные понятия системного анализа, теории управления большими кибернетическими системами, принципы системного анализа.

Тема 2. Условия осуществимости управления, виды управления, процесс принятия решений при управлении. Использование компьютерных технологий в задачах управления.

Тема 3. Методы принятия решений.

## **Раздел 2. Состав задач управления водохозяйственными системами и комплексами**

Тема 4. Задачи управления функционированием и развитием водохозяйственных систем на современном этапе: описание, классификация по уровням иерархии и этапам.

Тема 5. Водохозяйственные комплексы (ВХК) и водохозяйственные системы, как большие кибернетические системы. Факторы, влияющие на процесс функционирования водохозяйственных систем, формирование их структуры. Факторы, связанные с особенностями водных ресурсов, их отличием от других природных ресурсов. Степень неопределенности при принятии решений. Определение уровня обоснованности решений. Принцип поэтапной детализации решений при управлении крупными ВХС.

## **Раздел 3. Информационное обеспечение процессов управления ВХС и ВХК**

Тема 6. Принципы организации информационного обеспечения управления, классификация информационного фонда, этапы разработки. Источники информации. Управление информационными потоками. Информационные базы данных и информационные сети. Способы и средства получения информации.

## **Раздел 4. Вариантные водохозяйственные балансы – как инструмент формирования структуры и параметров водохозяйственных комплексов и ВХС**

Тема 7. Формирование структуры водохозяйственных комплексов и систем как одна из важнейших задач управления водными ресурсами. Состав задач, решаемых при формировании структуры ВХК различного уровня иерархии.

Тема 8. Вариативные водохозяйственные балансы (ВХБ) как метод формирования структуры водохозяйственного комплекса и определения параметров его участников. Сравнение управляющих воздействий (водохозяйственных и водоохранных мероприятий) на основе вариантных водохозяйственных балансов по показателям социальной и экономической

эффективности, технологической сложности осуществления, экологической безопасности.

Тема 9. Оптимизация ВХБ. Критерии оптимизации. Целевые функции. Методы достижения компромиссов при решении многоцелевых задач управления ВХБ.

## **5. Методология распределение водных ресурсов в условиях дефицита**

Тема 10. Распределение водных ресурсов в условиях дефицита как способ формирования структуры водохозяйственного комплекса и определения параметров его участников. Метод пропорционального вододеления, его недостатки.

Тема 11. Распределение водных ресурсов по методу обратных приоритетов; построение кривой спроса. Распределение дефицитных водных ресурсов путем оптимизации по экономическим критериям.

Тема 12. Производственные функции участников водохозяйственного комплекса, используемые при решении задач управления. Методы построения производственных функций: нормативные, статистические, физические, оптимизационные.

## **6. Методы оперативного управления функционированием ВХС**

Тема 13. Состав задач при управлении функционированием водохозяйственных систем. Имитационное моделирование при решении задач функционирования ВХС.

## **7. Определение ущербов от ограничения водоподачи**

Тема 14. Принципы определения ущербов от ограничения водоподачи при оперативном управлении комплексными гидроузлами.

## **8. Управление качеством вод**

Тема 15. Управление качеством вод. Методы принятия решения о выборе вида водоохраных мероприятий. Оптимизация способа охраны вод по экономическому критерию, экологическому критерию.

### **4.3 Лекции и практические занятия**

Таблица 4

#### **Содержание лекций и практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Цель и задачи управления. Стратегия управления. Методология управления</b>				
	Тема 1. Цели управления ВХС. Решаемые задачи. Область применения методов управления.	Лекция №1. Цели управления водохозяйственными системами. Решаемые задачи. Область применения методов управления.	УК-3.1 Пкос-6.1	устный опрос	0,5

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	Основные понятия системного анализа, теории управления большими кибернетическими системами, принципы системного анализа.	Практическая работа № 1 Располагаемые водные ресурсы. Определение расчетных гидрологических характеристик притока к проектируемому водохранилищу	ПКос-1.1	устный опрос	1
	Тема 2. Условия осуществимости управления, виды управления, процесс принятия решений при управлении. Использование компьютерных технологий в задачах управления.	Лекция №1 Условия осуществимости управления, виды управления, процесс принятия решений при управлении. Использование компьютерных технологий в задачах управления.	УК-3.1, ПКос-1.2	устный опрос	0,5
	Тема 3. Методы принятия решений.	Практическая работа № 1 Выбор створа для создания водохранилищ, анализ условий водности, возможностей регулирования стока перспективы развития водопотребления	ПКос-6.2	устный опрос	1
2	<b>Раздел 2 Перечень задач управления водохозяйственными системами и комплексами</b>				
	Тема 4 Задачи управления функционированием и развитием водохозяйственных систем на современном этапе: описание, классификация по уровням иерархии и этапам.	Лекция № 1 Задачи управления функционированием и развитием водохозяйственных систем на настоящем этапе: описание, классификация по уровням иерархии и этапам.	ПКос-6.1 ПКос-6.2	устный опрос	0,5
		Практическая работа № 2 Построение и аппроксимации морфометрических характеристик в расчетных створах схемы ВХС. Обоснование критериев оптимизации водораспределения между участниками ВХК. Формализация производственных функций участников ВХК.	ПКос-1.1 ПКос-6.2	Контроль ные задачи	2
	Тема 5. Водохозяйственные	Лекция № 1. ВХК и водохозяйственные системы,	УК-3.1 ПКос-1.2	устный опрос	0,5

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	комплексы (ВХК) и водохозяйственные системы, как большие кибернетические системы.	как большие кибернетические системы.	ПКос-6.2		
3	<b>Раздел 3 Информационное обеспечение управления</b>				
	Тема 6 Принципы организации информационного обеспечения управления, классификация информационного фонда, этапы разработки.	Лекция № 2. Принципы организации информационного обеспечения управления, классификация информационного фонда, этапы разработки.	УК-3.1,	устный опрос	2
		Практическая работа № 3,4 Моделирование многолетних гидрологических рядов для вариантов одного стокового ряда и системы коррелированных рядов стока	ПКос-1.1 ПКос-1.2	Контрольные задачи	4
4	<b>Раздел 4. Водохозяйственные балансы – как инструмент формирования структуры и параметров водохозяйственных комплексов и ВХС</b>				
	Тема 7 Формирование структуры водохозяйственных комплексов и систем как одна из важнейших задач управления водными ресурсами. Состав задач, решаемых при формировании структуры ВХК различного уровня иерархии.	Лекция № 3 Формирование структуры ВХК и систем как одна из важнейших задач управления водными ресурсами. Состав задач, решаемых при формировании структуры ВХК различного уровня иерархии.	УК-3.1 ПКос-6.1 ПКос-6.2	устный опрос	2
		Практическая работа № 5,6 Моделирование ВХБ в годовых объемах стока и водопотребления на фоне мероприятий по рациональному водопользованию.	ПКос-1.2 ПКос-6.1 ПКос-6.2	Тестовые задачи	4
	Тема 8. Вариативные ВХБ как метод формирования структуры водохозяйственного комплекса и определения параметров его участников. Сравнение	Лекция № 4 Управление составляющими ВХБ как способ формирования структуры водохозяйственного комплекса и определения параметров его участников. Сравнение методов управления ВХС по их социальной и экономической	ПКос-1.1 ПКос-1.2	устный опрос	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	управляющих воздействий (водохозяйственных и водоохранных мероприятий) на основе вариантных водохозяйственных балансов по показателям социальной и экономической эффективности, технологической сложности осуществления, экологической безопасности.	эффективности, технологической сложности осуществления, экологической безопасности.			
		Практическая работа № 7 Формирование имитационной модели водохозяйственного баланса для варианта сезонного регулирования стока в условиях многоцелевого водопользования в системах независимого регулирования стока.	УК-3.1 Пкос-1.2	Контроль ные задачи	2
	Тема 9 Оптимизация ВХБ. Критерии оптимизации. Целевые функции. Методы достижения компромиссов при решении многоцелевых задач управления ВХБ.	Лекция № 4. Оптимизация ВХБ. Критерии оптимизации. Целевые функции. Методы достижения компромиссов при решении многоцелевых задач управления ВХБ.	Пкос-1.2	устный опрос	1
		Практическая работа № 8 Определение параметров водохранилища с применением однокритериальной оптимизации. Построение модели графика нагрузки энергосистемы, определение гарантированной и установленной мощности ГЭС в составе гидроузла. Методика подбора гидросилового оборудования. Выбор типа гидротурбин.	Пкос-1.2	Типовые задания (РГР)	2/2
5	<b>Раздел 5. Методология распределение водных ресурсов в условиях дефицита</b>				

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	Тема 10. Распределение водных ресурсов в условиях дефицита как способ формирования структуры водохозяйственного комплекса и определения параметров его участников. Метод пропорционального водodelения, его недостатки	Лекция №5 Распределение дефицитных водных ресурсов как способ формирования структуры водохозяйственного комплекса и определения параметров его участников. Метод пропорционального водodelения, его недостатки.	Пкос-1.2	Тестовые задачи	1
	Тема 11 Распределение водных ресурсов по методу обратных приоритетов; построение кривой спроса. Распределение дефицитных водных ресурсов путем оптимизации по экономическим критериям.	Практическая работа № 9 Водно-энергетические расчеты с уточнением параметров водохранилища с применение многокритериальной оптимизации Правила использования водных ресурсов водохранилища. Содержание ПИВР	Пкос-1.2	Типовые задания (РГР)	2
		Лекция № 5. Распределение водных ресурсов по методу обратных приоритетов; построение кривой спроса. Распределение дефицитных водных ресурсов путем оптимизации по экономическим критериям.	Пкос-1.2 Пкос-6.1	Устный опрос	0,5
	Тема 12. Производственные функции участников ВХК, используемые при решении задач управления. Методы построения производственных функций: нормативные, статистические, физические, оптимизационные.	Лекция №5. Производственные функции участников водохозяйственного комплекса, используемые при решении задач управления. Методы построения производственных функций: нормативные, статистические, физические, оптимизационные.	Пкос-1.1 Пкос-6.2	Устный опрос	0,5
		Практическая работа № 10,11 Построение диспетчерских графиков	Пкос-1.1 Пкос-1.2	Типовые задания (РГР)	4
<b>Раздел 6. Методы оперативного управления функционированием ВХС</b>					

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
	Тема 13 Состав задач при управлении функционированием водохозяйственных систем. Методов программирования и имитационного моделирования при решении задач функционирования ВХС.	Лекция №6. Состав задач при управлении функционированием водохозяйственных систем. Методов программирования и имитационного моделирования при решении задач функционирования ВХС.	Пкос-1.1 Пкос-1.2 Пкос-6.1 Пкос-6.2	Устный опрос	2
		Практическая работа №12 Расчеты максимального стока и максимальных расходов с использованием эмпирических формул на основе рекомендаций СНИП. Автоматизация расчета	Пкос-1.1 Пкос-1.2	Типовые задания (РГР)	2/2
		Практическая работа № 13 Построение модели расчетного гидрографа. Определение противопаводковой емкости по методике Д.И. Кочерина.	Пкос-1.1 Пкос-1.2	Типовые задания (РГР)	2
Раздел 7. Определение ущербов от ограничения водоподачи					
	Тема 14 Принципы определения ущербов от ограничения водоподачи при оперативном управлении комплексными гидроузлами.	Лекция № 7. Принципы определения ущербов от ограничения водоподачи при оперативном управлении комплексными гидроузлами.	Пкос-1.1 Пкос-1.2 Пкос-6.1 Пкос-6.2	Устный опрос	2
		Практическая работа № 14,15 Обоснование параметров ВХС в системе территориально-временного перераспределения стока в общей постановке.	Пкос-1.2 Пкос-6.2	Типовые задания (РГР)	4
Раздел № 8 Управление качеством вод					
	Тема 15 Управление качеством вод. Методы принятия решения о выборе вида водоохранных мероприятий. Оптимизация способа охраны вод по экономическому критерию, экологическому критерию.	Лекция № 8 Управление качеством вод. Методы принятия решения о выборе вида водоохранных мероприятий. Оптимизация способа охраны вод по экономическому критерию, экологическому критерию.	УК-3.1 Пкос-1.2 Пкос-6.1 Пкос-6.2	Устный опрос	2
		Практическая работа № 16,17 Заключение и формирование пояснительной записки РГР	Пкос-1.2 Пкос-6.2	Типовые задания (РГР)	4



## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	<b>Раздел 1. Цель и задачи управления. Стратегия управления. Методология управления</b>	
	Тема 2 Условия осуществимости управления, виды управления, процесс принятия решений при управлении. Использование компьютерных технологий в задачах управления.	Примеры использования математического моделирования УК-3.1, ПКос-1.2
2	<b>Раздел 2. Состав задач управления водохозяйственными системами и комплексами</b>	
	Тема 5. Водохозяйственные комплексы (ВХК) и водохозяйственные системы, как большие кибернетические системы.	Примеры функционирования природно-технических систем УК-3.1; ПКос-1.2; ПКос-6.2
3	<b>3. Информационное обеспечение процессов управления ВХС и ВХК</b>	
	Тема 6. Принципы организации информационного обеспечения управления, классификация информационного фонда, этапы разработки.	Информационная база для обеспечения рационального водопользования воды, как основы управления ВХС УК-3.1, ПКос-1.1; ПКос-1.2
4	<b>4. Вариантные водохозяйственные балансы – как инструмент формирования структуры и параметров водохозяйственных комплексов и ВХС</b>	
	Тема 7. Формирование структуры водохозяйственных комплексов и систем как одна из важнейших задач управления водными ресурсами. Состав задач, решаемых при формировании структуры ВХК различного уровня иерархии.	Понятие сетевого планирования и управления. УК-3.1; ПКос-6.1; ПКос-6.2
5	<b>5. Методология распределение водных ресурсов в условиях дефицита</b>	
	Тема 12 Производственные функции участников водохозяйственного комплекса, используемые при решении задач управления. Методы построения производственных функций: нормативные, статистические, физические, оптимизационные.	Обоснование мероприятий по улучшению качества вод в реке, снижения загрязненности сточных вод ПКос-1.1; ПКос-6.2; ПКос-1.2
6	<b>6. Методы оперативного управления функционированием ВХС</b>	
	Тема 13 Состав задач при управлении функционированием водохозяйственных систем. Методов программирования и имитационного моделирования при решении задач функционирования ВХС.	Оценка эффективности управления ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-6.1 ПКос-6.2
7	<b>7. Определение ущербов от ограничения водоподачи</b>	
	Тема 14 Принципы определения ущербов от ограничения водоподачи при оперативном управлении комплексными гидроузлами.	Инженерные аспекты в управлении водными ресурсами ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-6.1 ПКос-6.2
8	<b>8. Управление качеством вод</b>	

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	Тема 15 Управление качеством вод. Методы принятия решения о выборе вида водоохранных мероприятий. Оптимизация способа охраны вод по экономическому критерию, экологическому критерию.	Критерии качества состояния природной среды. УК-3.1; Пкос-1.2; Пкос-6.1 Пкос-6.2

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Задачи управления функционированием и развитием водохозяйственных систем на настоящем этапе: описание, классификация по уровням иерархии и этапам.	Л-4 Проблемная лекция
2	Практическая работа № 1. Обоснование комплексных мероприятий по рациональному водопользованию в сочетании с регулированием речного стока. Описание объекта исследований.	ПЗ-1 Тренинг
3	Лекция № 6. Принципы организации информационного обеспечения управления, классификация информационного фонда, этапы разработки.	Л-6 Проблемная лекция
4	Лекция № 8. Управление элементами ВХБ как способ формирования структуры ВХК и определения параметров его участников. Сравнение методов управления ВХБ по их социальной и экономической эффективности, технологической сложности осуществления, экологической безопасности.	Л-8 Проблемная лекция
5	Практическая работа № 3. Выбор створа для создания водохранилищ, анализ условий водности, возможностей регулирования стока перспективы развития водопотребления	ПЗ-3 Тренинг
6	Лекция № 9. Оптимизация ВХБ. Критерии оптимизации. Целевые функции. Методы достижения компромиссов при решении многоцелевых задач управления ВХБ.	Л-9 Проблемная лекция
7	Практическая работа № 5 Обоснование критериев оптимизации водораспределения между участниками ВХК. Формализация производственных функции участников ВХК.	ПЗ-5 Тренинг
8	Лекция №10. Распределение дефицитных водных ресурсов как способ формирования	Л-10 Анализ конкретных ситуаций

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	структуры водохозяйственного комплекса и определения параметров его участников. Метод пропорционального вододеления, его недостатки.		
9	Практическая работа № 7. Моделирование водохозяйственного баланса в годовых объемах стока и водопотребления на фоне мероприятий по рациональному водопользованию.	ПЗ-7	Тренинг
10	Лекция № 11. Распределение водных ресурсов по методу обратных приоритетов; построение кривой спроса. Распределение дефицитных водных ресурсов путем оптимизации по экономическим критериям.	Л-11	Проблемная лекция
11	Практическая работа № 8. Формирование имитационной модели водохозяйственного баланса для варианта сезонного регулирования стока в системах независимого регулирования стока.	ПЗ-8	Тренинг
12	Лекция №12. Производственные функции участников водохозяйственного комплекса, используемые при решении задач управления. Методы построения производственных функций: нормативные, статистические, физические, оптимизационные.	Л-12	Проблемная лекция
13	Практическая работа № 9. Формирование имитационной модели водохозяйственного баланса для варианта сезонного регулирования стока в системах компенсированного регулирования стока	ПЗ-9	Тренинг
14	Лекция № 14..Принципы определения ущербов от ограничения водоподачи при оперативном управлении комплексными гидроузлами.	Л-14	Проблемная лекция
15	Практическая работа № 10. Определение параметров водохранилища с применением однокритериальной оптимизации.	ПЗ-10	Тренинг
16	Лекция № 15. Управление качеством вод. Методы принятия решения о выборе вида водоохраных мероприятий. Оптимизация способа охраны вод по экономическому критерию, экологическому критерию.	Л-15	Анализ конкретных ситуаций
17	Практическая работа № 19. Построение модели расчетного гидрографа. Определение противопаводко-вой емкости по методике Д.И. Кочерина.	ПЗ-19	Тренинг

## 6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

#### Примерная тематика типовых заданий (РГР)

- Обоснование параметров водохозяйственной системы регулирования стока
- Обоснование параметров системы территориального перераспределения стока
- Распределение располагаемых водных ресурсов в процессе управления водохозяйственной системой многоцелевого назначения
- Обоснование комплексных мероприятий по регулированию качества водных ресурсов в условиях многоцелевого водопользования

### КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

#### Контрольные задания по теме 4 Увеличение ресурсной составляющей ВХБ

Задача 1. Обосновать увеличение гарантированных водных ресурсов на территории речного бассейна.

Общие условия: КБХ потребляют воду из напорных артезианских горизонтов, практически не связанных с речным стоком, с/х водоснабжение использует грунтовые воды, гидравлически связанные с рекой (коэффициент гидравлической связи  $\alpha=0,3$ ); предусматривается строительство ГЭС для целей гидроэнергетики. Объем воды для ГЭС определяется в данном случае объемом выработки электроэнергии в объеме  $\mathcal{E}_{гэс}$  при напоре  $H$ . Экологический сток предусмотреть, исходя из допустимого изъятия. Отсутствующую информацию принять самостоятельно.

Сток реки, млн. м <sup>3</sup>	Водопотребление, млн. м <sup>3</sup>					$\mathcal{E}_{гэс}$ , ГВт*час	H, м
	КБХ	Промышл	С/Х водосн.	орошен	Прочие		
350	10	40	5	20	2	8	10

#### Контрольные задания по теме 6

Распределение водных ресурсов при дефиците, используя метод множителей Лагранжа, либо упрощенным сравнением вариантов.

Задание. Распределение водных ресурсов между ГЭС и орошением на основании максимизации суммарного ежегодного чистого дохода (ЕЧД), определяемого для каждой отрасли экспоненциальной зависимостью.

$\text{ЕЧД}_{гэс}=1-\exp(-1,4*x)$ , где  $x$  –объем воды (в долях единицы), подаваемый на агрегаты ГЭС

$\text{ЕЧД}_{ор}=1-\exp(-2,5*(1-x))$ , где  $(1-x)$  - объем воды для орошения

Варианты задания:

Располагаемые ресурсы, млн.м <sup>3</sup>	10
---	----

Вариант	10
Объем, млн.м <sup>3</sup>	55
Вариант	19
Объем, млн.м <sup>3</sup>	2

### Контрольные задания по теме 8 Управление качеством вод

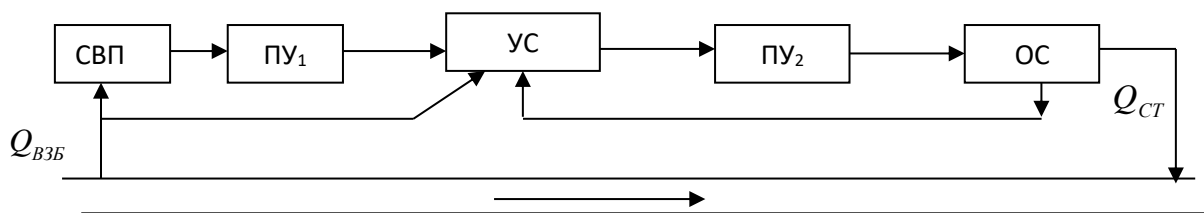
Задание 1. Установить при какой мощности очистных сооружений (достигаемой степени очистки  $\alpha$ ) качество воды в реке будет соответствовать классу «умеренно загрязненная» в расчетном маловодном году (сток года 95 % обеспеченности 150 млн. м<sup>3</sup>), если реальное качество воды, при комплексном использовании водных ресурсов, определяется следующими значениями интегрального показателя предельного загрязнения  $K_{пз}$ . Классификатор качества приведен в таблице:

$K_{пз}$	< - 0,8	-0,8–0,0	0,0–1,0	1,0–3,0	3,0-5,0	> 5
Класс	Очень чистая	Чистая	Умеренно загрязненная	Загрязненная	Грязная	Очень грязная

Показатели загрязненности для одного из вариантов:

Источник загрязнения	Показатели загрязненности сточных вод		
	$K_{пз}$	$W_{вв}$	$W_{пз}$
КБХ	100	10	
Промышленность	300	20	

Задание 2. Качество воды в реке R обеспечивается при комбинированной системе водоснабжения промышленной части водохозяйственного комплекса. Определите необходимый расход водозабора  $Q_{взб}$ , обеспечивающий достаточное количество воды для прямоточного и оборотного циклов, если водозабор первого прямоточного цикла  $Q_1 = 25$  л/с – водопотребление ПУ<sub>1</sub>,  $K_{вв} = 0,75$ - коэффициент возврата узла ПУ<sub>1</sub>,  $Q_{тех} = 60$  л /с – технологический расход оборотного цикла с  $K_{об} = 0.8$  и  $K_{бв} = 0.75$



### КОМПЛЕКТ ЗАДАНИЙ ТЕСТОВЫХ ЗАДАЧ

**Тестовые задачи по теме 7. Методы оперативного управления функционированием ВХС**

Задача 1. Запланировать управление пропуском волны половодья через гидроузел на основе прогноза половодья (наметить последовательность маневрирования затворами)

Исходные данные: график подъёма уровней воды

Сутки от начала половодья	Уровень воды, см
0	70
1	110
2	130
3	150
<i>Начало прогнозируемого периода</i>	
4	170
5	280
6	290
7	280
8	260
9	290
10	310
11	360
12	370
13	380
14	385
15	385
16	260

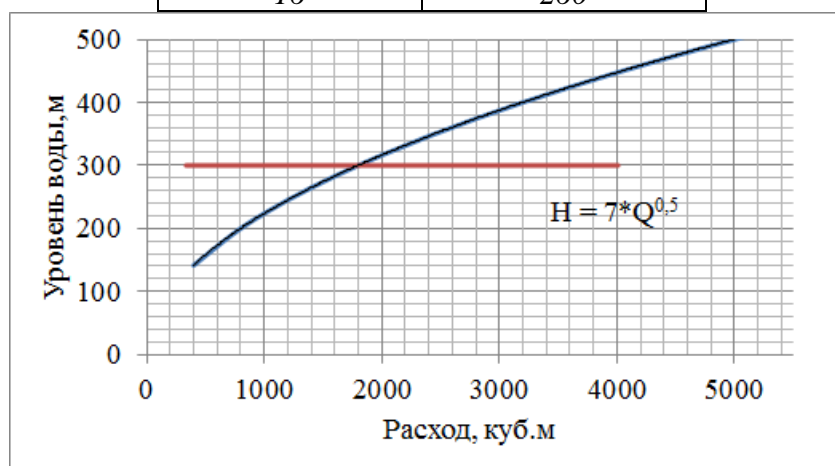


График зависимости расходов от уровней воды (красная линия – критический уровень затопления)

#### Пропускная способность сооружений.

Пропускные сооружения					
Водосброс, м³/с			Турбины ГЭС, м³/с		
1-ый затвор	2-ой затвор	3-ий затвор	1	2	3
500	300	300	200	200	200

Задача № 2. Распределить гарантированный ресурс в объеме 100 млн.м³ между орошением и промышленностью методом приоритетов, опираясь на следующую информацию. Рекомендуются использовать таблицу ниже.

Единица продукции	Отрасль	удельное водопотребление q, м <sup>3</sup> /ед-прод	удельная стоимость с, руб/ед-прод	Весовые коэффициенты мю-абс	Весовые коэффициенты мю-отн
Га	ОР	1750,00	3000,00		
Тонны	Пром-производство	1100,00	1000,00		
	Сумма				

### Тестовые задачи по теме 10. Определение ущербов от ограничения водоподачи

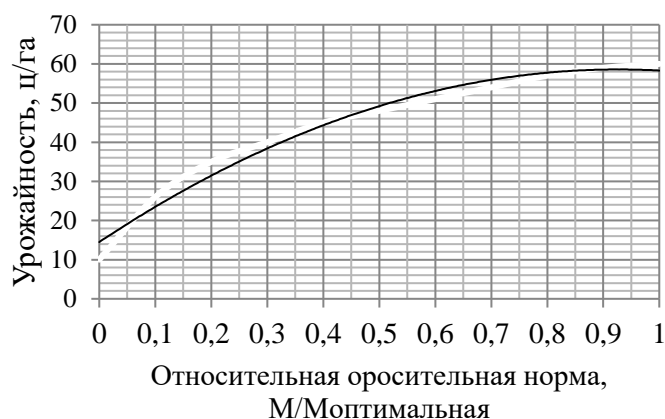
Задача 1. Определить категорию благоустройства города - спутника (N=100 тыс. чел), если на коммунально бытовые нужды выделяется 11 млн. м<sup>3</sup>. До какой величины можно снизить водоподачу в остромаловодные годы, чтобы степень благоустройства не упала ниже средней.

Таблица 1.

Характеристика благоустройства	низкая	средняя	высокая
q, л/сут*чел	<185	185...230	>230

Задача 2. Определите потери ежегодного чистого дохода от ограничения водоподачи для промышленности на 20 %, если экономический ущерб находится в линейной зависимости от подаваемой воды. Норма водопотребления в данной отрасли промышленности составляет q=20 м<sup>3</sup>/т, объем производимой продукции В=2000 тыс. тонн, коэффициент полезного действия системы водоснабжения η=0,95. Условная стоимость единицы продукции 500 руб/тонну.

Задача 3. Оценить экономический ущерб при сокращении оптимальной оросительной нормы на 20 %. Площадь монокультуры составляет 1000 га, стоимость продукции - 50 руб/кг



- 1) Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)

## **ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ПО УСТНОМУ ОПРОСУ**

### **Перечень дискуссионных вопросов по теме 1**

*«Основные понятия теории управления»*

- 1. Цели и задачи управления ВХС и ВХК*
- 2. Стратегия управления, виды стратегий и их применимость в водохозяйственной практике*
- 3. Использование нормативного и программно-целевого метода в управлении ВХС*
- 4. Условия осуществимости краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного управления*
- 5. Виды управления, используемые в водохозяйственной практике.*
- 6. Водохозяйственная система как объект управления и ее особенности.*
- 7. Методы управления и их применение, достоинства и недостатки*
- 8. Значение экологических ограничений при управлении ВХС*
- 9. Этапы принятия решений при краткосрочном, среднесрочном и долгосрочно управлении*
- 10. Оптимизация, ее цели и задачи. Постановка задачи оптимизации*
- 11. Целевые функции и методы их построения.*
- 12. Классы задач, решаемые с помощью оптимизационных операций.*
- 13. Классы задач, решаемые с помощью многокритериальной оптимизации.*

### **Перечень дискуссионных вопросов по теме 2**

*«Состав задач управления водохозяйственными системами и комплексами»*

- 1. Задачи функционирования ВХС: информационное обеспечение и подходы к решению.*
- 2. Задачи стратегического планирования развития ВХС: информационное обеспечение и подходы к решению.*
- 3. Особенности краткосрочного, среднесрочного и долгосрочного планирования ВХС.*
- 4. Задачи учета, контроля и анализа использования водных ресурсов*
- 5. Задачи учета, контроля и анализа мероприятий для охраны водных объектов*
- 6. Стадии управленческих решений.*
- 7. Эффективность управленческого решения.*
- 8. Методы достижения компромиссов при решении многоцелевых задач управления.*

### **Перечень дискуссионных вопросов по теме 3**

*«Информационное обеспечение управления»*

- 1. Принципы информационного обеспечения управления*
- 2. Требования к информационному обеспечению.*
- 3. Мониторинг ВХС как источник информации.*
- 4. Принятие решений в условиях неопределенности.*

### **Перечень дискуссионных вопросов по теме 4-9**

*«Управление качеством природной среды»*

- 1. Влияние ВХС на природные объекты изменяя качество природной среды*
- 2. Решение задач управления качеством природной среды ВХС*



3. *Прогноз ущербов окружающей среде при использовании водных ресурсов.*
4. *Обоснование способа снижения негативных последствий*

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)**

- Водохозяйственные системы, как большие кибернетические системы.
- Основные понятия теории управления
- Основные термины и определения теории управления.
- Основные принципы управления большими кибернетическими системами.
- Методы определения ущербов от ограничения водоподдачи.
- Цели и задачи управления ВХС.
- Схема принятия решений при управлении ВХС.
- Обосновывающие расчеты при использовании конкретного вида управления водохозяйственными системами (оперативное, стратегическое).
- Управление факторами формирования водохозяйственного баланса.
- Оптимизация способа охраны вод по экономическим и экологическим критериям.
- Методы принятия решений о выборе способа предотвращения и уменьшения негативных последствий действия вод.
- Регулирование стока в задачах проектирования и эксплуатации водохозяйственных систем.
- Прогноз и моделирование объемов и режима водопотребления
- Методы имитационного моделирования при решении задач функционирования ВХС
- Понятие качества природной среды и прогноз ущербов окружающей среде при использовании водных ресурсов.
- Экономическая целесообразность комбинированных системы водоснабжения для решений управления расходной частью ВХБ.
- Обоснование структуры ВХС методами многокритериальной оптимизации.
- Методы достижения компромисса при формировании структуры ВХС методами многокритериальной оптимизации.
- Формирование структуры ВХС, параметров водохранилища и водопотребителей путем одноцелевой оптимизации водораспределения по экономическим критериям.
- Источники получения информации и их классификация
- Методы принятия решений при многокритериальном управлении.
- Нормативные и методические документы, необходимые для эффективного управления.
- Понятие об организационной структуре управления водохозяйственными системами (ВХС).
- Факторы, влияющие на процесс функционирования водохозяйственных систем, формирование их структуры.
- Принципы организации информационного обеспечения управления.
- Источники получения информации.
- Перечень задач, решаемых при формировании структуры ВХК различного

уровня иерархии.

- Методы принятия решений по распределению дефицитных водных ресурсов как способ формирования структуры ВХК (пропорционального вододеления, обратных приоритетов, оптимизационный).
- Критерии оптимизации, целевые функции.
- Методы достижения компромиссов при решении многоцелевых задач управления ВХБ.
- Способы распределения дефицитных водных ресурсов и определение параметров его участников.
- Метод пропорционального вододеления.
- Распределение водных ресурсов по принципу обратных приоритетов; построение кривой спроса.
- Распределение дефицитных водных ресурсов путем оптимизации по экономическим критериям.
- Производственные функции участников водохозяйственного комплекса
- Методы построения производственных функций: нормативные, статистические, физические, оптимизационные.
- Распределение водных ресурсов между участниками ВХК методом динамического программирования.
- Стохастическое программирование при решении задач функционирования ВХС.
- Диспетчерские правила использования водных ресурсов водохранилищ.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет»

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Критерии оценивания типовых заданий (РГР), тестовых и контрольных задач

Оценка/сформированные компетенции	Критерии оценивания
Высокий уровень/ зачет	Все типовые задачи выполнены без ошибок и недочетов. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень / зачет	Типовые задачи выполнены полностью. Сформированы все умения и навыки решения практических задач.

	<b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень/ зачет	Типовые задачи выполнены частично. Частично сформированы умения и навыки решения практических задач. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень/ незачет	Правильно выполнены менее половины типовых задач. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

Таблица 8

### Критерии оценивания экзамена

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

- 1 Водохозяйственные системы и водопользование: Учебник. - М.: ИНФРА-М, 2019. - 452 с.
- 2 Управление водохозяйственными системами: учебное пособие для подготовки бакалавров и магистров по направлениям 20.03.02 и 20.04.02

"Природообустройство и водопользование" / И. Г. Галямина [и др.]; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева. - Москва: ООО Мегapolis, 2020. - 127 с.

3 Управление водохозяйственными системами: Учебник. - М.: КНОРУС, 2014. - 204 с.

4. Козлов, Д.В. Водное хозяйство. В 2 ч. Ч. 2. Управление водохозяйственными системами и гидроузлами: учеб. пособие / Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т; Д.В. Козлов.— Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2020 .— 48 с. : ил. — Электрон. дан. и прогр. (44,8 Мб).— ISBN 978-5-7264-2363-0 (Ч. 2).— ISBN 978-5-7264-2139-1 .— ISBN 978-5-7264-2364-7 .— URL: <https://lib.rucont.ru/efd/750046> (дата обращения: 24.08.2024)

## 7.2 Дополнительная литература

1. Маркин, Вячеслав Николаевич. Обоснование и разработка водохозяйственных и водоохраных мероприятий в речном бассейне: учебное пособие / В. Н. Маркин, Л. Д. Раткович, С. А. Соколова; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва), Институт природообустройства им. А. Н. Костякова. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. — 77 с. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Систем. требования: Режим доступа: свободный Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/3169.pdf> .
2. Шабанов В. В. Методика эколого-водохозяйственной оценки водных объектов: монография / В. В. Шабанов, В. Н. Маркин ; Московский государственный университет природообустройства. - Москва: МГУП, 2009. - 154 с.
3. Данилов-Данильян В. И. Управление водными ресурсами. Согласование стратегий водопользования. / В. И. Данилов-Данильян, т. И. Л. Хранович. - М.: Научный мир, 2010. - 232 с.
4. Вода России : Математическое моделирование в управлении водопользованием. - М : АКВА-ПРЕСС, 2001. - 520 с.

## 7.3 Нормативные правовые акты

1. Водный Кодекс Российской Федерации: утвержден ГД РФ от 03.06.2006 N 74-ФЗ, (с изменениями на 8 августа 2024 года, редакция, действующая с 1 сентября 2024 года)
2. Федеральный закон "Об Охране окружающей среды" утвержден ГД РФ от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ (с изменениями на 25 декабря 2023 года, редакция, действующая с 1 января 2024 года)
3. Водная стратегия российской федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. № 1235-р
4. Федеральная целевая программа "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 - 2020 годах" <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70066354/>

5. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
6. Перечень рыбохозяйственных нормативов. Приказ Госкомрыболовства РФ от 28.04.99 № 96.
7. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»

## **8.ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «Интернет» НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ**

Для освоения дисциплины необходимы следующие ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. Электронная библиотечная система <https://www.library.timacad.ru>
2. Научная электронная библиотека открытого доступа (OpenAccess) <https://cyberleninka.ru>
3. Научно-популярная энциклопедия, открытый доступ <http://water-rf.ru/>
4. <https://ru.wikipedia.org/wiki/> Справочно-поисковая система – Википедия
5. Шабанов В.В. Словарь по прикладной экологии, рациональному природопользованию и природообустройству. <http://www.twirpx.com/file/585902/>
6. Российская государственная библиотека [Электронный ресурс]: содержит электронные версии книг, учебников, монографий, сборников научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, периодических изданий. Режим доступа: [http:// www.rbc.ru](http://www.rbc.ru)

## **9.ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)**

1. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) Справочная правовая система «КонсультантПлюс».
2. Справочная правовая система «Гарант»}.
3. [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) Справочно-поисковая система – Википедия
4. Шабанов В.В. Словарь по прикладной экологии, рациональному природопользованию и природообустройству. <http://www.twirpx.com/file/585902/>

Таблица 9

**Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Цель и задачи управления.	Excel	Расчетная	-	2010

	Стратегия управления. Методология управления				
2	Состав задач управления водохозяйственными системами и комплексами	Excel	Расчетная	-	2010
3	Информационное обеспечение управления	Excel	Расчетная	-	2010
4	Управление водохозяйственными балансами	Excel	Расчетная	-	2010
5	Распределение дефицитных водных ресурсов	Excel	Расчетная	-	2010
6	Методы оперативного управления функционированием ВХС	Excel	Расчетная	-	2010
7	Определение ущербов от ограничения водоподачи	Excel	Расчетная	-	2010
8	Управление качеством вод	Excel	Расчетная	-	2010
9	Управление качеством природной среды	Excel	Расчетная	-	2010

## **10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Управление водохозяйственными системами в условиях многоцелевого водопользования» перечень материально-технического обеспечения включает:

- аудитории для проведения лекций
- учебная мебель и оргсредства
- аудитории для проведения практических занятий
- компьютерные классы, оборудованные посадочными местами.
- технические средства обучения: персональные компьютеры; компьютерные проекторы.

Кафедра располагает материально-техническими ресурсами: компьютер объединенных в локальную сеть с выходом в интернет переносной проектор и экран для показа презентаций.

### **Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «Управление водохозяйственными системами в условиях многоцелевого водопользования» необходимы:

- помещения для проведения занятий лекционного типа;
- помещения для групповых, индивидуальных консультаций и промежуточного контроля, а также для самостоятельной работы

студентов должны быть компьютерными лабораториями с наличием локальной сети с выходом в интернет.

### Требования к специализированному оборудованию

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в интернет с обязательным наличием проектора для возможности показа презентаций и экрана.

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
<p>Учебная лаборатория «Гидросиловых установок».</p> <p>Учебная аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p><b>28 корпус 8 аудитория</b></p>	<p>Для реализации учебной программы используются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстрационные модели</li> <li>- плакаты, стенды, макеты сооружений;</li> <li>- гидравлические лотки, турбины.</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Парты моноблок двухместная 16 шт.</li> <li>2. Доска меловая 2 шт.</li> <li>3. Плакаты. (без инв.№)</li> <li>4. Модели сооружений 4 шт. (без инв.№)</li> <li>5. Зеркальный лоток №1 -1шт. (инв.№ 410134000001283)</li> <li>6. Насос КМ-150-125-250 (инв.№ 210134000000024)</li> <li>7. Лоток гидравлический б/у (ост) (инв.№ 4101360000004901)</li> </ol>
<p>Учебная аудитории для проведения занятий лекционного и практического типа, выполнения курсовых работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p><b>28 корпус 6 аудитория</b></p>	<p>Для реализации учебной программы используются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- плакаты, стенды</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Парты моноблок двухместная 7шт.</li> <li>2. Парты двухместная 7 шт</li> <li>3. Стул 14 шт</li> <li>4. Доска меловая 1 шт.</li> <li>5. Плакат 36 шт. (без инв.№)</li> <li>6. Учебный макет 1 шт. (без инв.№)</li> </ol>
<p>Библиотека, читальный зал</p> <p><b>29 корпус</b></p>	<p>Парты и стулья в достаточном количестве</p>
<p>Комнаты для самоподготовки в общежитиях Академии (для студентов проживающих в общежитии)</p>	<p>Парты и стулья в достаточном количестве</p>

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Обучение «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными

системами» дает знания методов обработки результатов исследований, учит поиску источников и оценке необходимой для этого информации, современным методикам прикладных исследований, анализу, интерпретации и оценке полученных результатов.

Обучение предполагает изучение содержания учебной дисциплины на аудиторных занятиях (лекциях и практических занятиях), активно-творческую самостоятельную работу студентов в часы, отведенные на самостоятельную работу в период изучения курса.

Активная работа студента на лекции обусловлена его способностью и готовностью к согласованной работе с лектором, заключающуюся в внимательном прослушивании материалов лекции, их конспектировании, отражении в конспектах лекций представляемый лектором наглядный материала и рекомендации по самостоятельной доработке вопросов лекции в период самостоятельной работы. Как показывает практика, новый материал лекции лучше усваивается, если он увязан с пониманием предыдущего материала, а также, если перед лекцией осуществлена предварительная работа по первичному ознакомлению с материалами предстоящей лекции. Это можно сделать с помощью рекомендованной литературы.

Самостоятельная работа студента является важным видом учебной работы в Университете. Основными видами самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта по учебной дисциплине являются: самостоятельное углубленное изучение разделов учебной дисциплины с помощью рекомендованной литературы, интернет ресурсов, повторение и доработка лекционного материала, сбор исходных данных для статистического анализа дома в глобальной сети, повтор решаемых задач дома, самостоятельную работу с программным обеспечением и подготовку к зачету.

**Подготовка к зачету.** К зачету необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытка освоить дисциплину в период непосредственной подготовки к зачету, как правило, бывает мало продуктивной и неэффективной.

В самом начале изучения учебной дисциплины познакомьтесь со следующей учебно-методической документацией:

- программой по учебной дисциплине «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами»;
- перечнем знаний, навыков и умений, которыми студент должен овладеть, составом компетенций, которыми необходимо владеть по окончании изучения курса;
- тематическим планом и логикой изучения дисциплины;
- планами практических занятий и типами решаемых прикладных задач
- организацией контрольных мероприятий по проверке текущей успеваемости;
- рекомендованной литературой и интернет ресурсами;
- перечнем вопросов по подготовке к экзамену.

Это позволит сформировать четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть по дисциплине.



Систематическое выполнение учебной работы на лекциях и практических занятиях позволит успешно освоить дисциплину и создать хорошую базу для сдачи зачета.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию обязан переписать конспект, на занятии, следующем за лекционным, независимо от присутствия на лекции, студент будет опрошен по пропущенной теме. При пропуске практического занятия необходимо в присутствии преподавателя решить задачу, отвечающую тематике занятия.

## **12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Занятия по дисциплине проводятся в следующих формах: лекция, практическое занятие.

*Лекция* – один из методов устного изложения материала. Слово «лекция» имеет латинское происхождение и в переводе на русский язык означает «чтение». Традиция изложения материала путем дословного чтения заранее написанного текста восходит к средневековым университетам. Важным моментом в проведении лекции является предупреждение пассивности студентов и обеспечение активного восприятия и осмысления ими новых знаний.

Определяющее значение в решении этой задачи имеют два дидактических условия:

- во-первых, само изложение материала педагогом должно быть содержательным в научном отношении, живым и интересным по форме;
- во-вторых, в процессе устного изложения знаний необходимо применять особые педагогические приемы, возбуждающие мыслительную активность студентов и способствующие поддержанию их внимания

Один из этих приемов – *создание проблемной ситуации*. Самым простым в данном случае является достаточно четкое определение темы нового материала и выделение тех основных вопросов, в которых надлежит разобраться студентам.

Термин «*практическое занятие*» используется в педагогике как родовое понятие, включающее такие виды, как лабораторную работу, семинар в его разновидностях. Аудиторные практические занятия играют исключительно важную роль в выработке у студентов навыков применения полученных знаний для решения практических задач в процессе совместной деятельности с преподавателями.

Если лекция закладывает основы научных знаний в обобщенной форме, практические занятия призваны углубить, расширить и детализировать эти знания, содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Практические занятия развивают научное мышление и речь студентов,

позволяют проверить их знания, в связи с чем, упражнения, семинары, лабораторные работы выступают важным средством достаточно оперативной обратной связи.

Для успешной подготовки к практическим занятиям студенту невозможно ограничиться слушанием лекций. Требуется предварительная самостоятельная работа студентов по теме планируемого занятия. Не может быть и речи об эффективности занятий, если студенты предварительно не поработают над конспектом, учебником, учебным пособием, чтобы основательно овладеть теорией вопроса.

Практические занятия служат своеобразной формой осуществления связи теории с практикой. Структура практических занятий в основном одинакова — вступление преподавателя, вопросы студентов по материалу, который требует дополнительных разъяснений, собственно практическая часть, заключительное слово преподавателя. Разнообразие возникает в основной, собственно практической части, дискуссии, решении типовых и индивидуальных задач на персональном компьютере с использованием фактических данных государственной статистики и т. д.

Интерактивное обучение обеспечивает взаимопонимание, взаимодействие, взаимообогащение. Интерактивные методики ни в коем случае не заменяют лекционный материал, но способствуют его лучшему усвоению и, что особенно важно, формируют мнения, отношения, навыки поведения. Интерактивные методы применяются как на лекциях, так и на практических занятиях.

*Мини-лекция* является одной из эффективных форм преподнесения теоретического материала. Перед объявлением какой-либо информации преподаватель спрашивает, что знают об этом студенты. После предоставления какого-либо утверждения преподаватель предлагает обсудить отношение студентов к этому вопросу.

*Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением.* Используются различные вспомогательные средств: доска, книги, видео, слайды для компьютеров и т.п. Интерактивность обеспечивается процессом последующего обсуждения.

*Обратная связь* - Актуализация полученных на лекции знаний путем выяснения реакции участников на обсуждаемые темы.

*Дискуссия* – одна из важнейших форм коммуникации, плодотворный метод решения спорных вопросов и вместе с тем своеобразный способ познания. Дискуссия предусматривает обсуждение какого-либо вопроса или группы связанных вопросов компетентными лицами с намерением достичь взаимоприемлемого решения. Дискуссия является разновидностью спора, близка к полемике, и представляет собой серию утверждений, по очереди высказываемых участниками.

### **Программу разработали:**

Раткович Л.Д., д.т.н., проф.

Матвеева Т.И., к.т.н., доц.



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины

Б1.В.1 «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами»  
ОПОП ВО по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование  
направленность Цифровые системы мониторинга безопасности  
водохозяйственных объектов в АПК  
(квалификация выпускника – магистр)

Ханов Н.В., профессор, д.т.н., зав. кафедрой гидротехнических сооружений, института мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, к.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» ОПОП ВО по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование, магистерская программа Цифровые системы мониторинга безопасности водохозяйственных объектов в АПК разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре Комплексного использования водных ресурсов и гидравлики (разработчики – Раткович Л.Д. д.т.н., проф., Матвеева Т.И., к.т.н., доц.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» закреплено **5 компетенций**. Дисциплина «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» составляет 4 зачётных единицы (144 часа/ из них практическая подготовка 4 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области обоснования водохозяйственных мероприятий и их параметров в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной

работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» предполагает 17 занятий в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах, мозговых штурмах), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 4 источник, дополнительной литературой – 4, наименований периодическими изданиями – 6 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 3 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 20.04.02 Природообустройство и водопользование.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Цифровые технологии в управлении водохозяйственными системами» ОПОП ВО по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование, направленность Цифровые системы мониторинга безопасности водохозяйственных объектов в АПК (квалификация выпускника – магистр), разработанной Ратковичем Л.Д., профессором, д.т.н., Матвеевой Т.И., к.т.н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Ханов Н.В., профессор, д.т.н., зав. кафедрой гидротехнических сооружений Института мелиорации, водного хозяйства и строительства, профессор



(подпись)

«26» августа 2024г