

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова

Должностное образовательное учреждение высшего образования

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 24.11.2025 13:51:48

Уникальный программный ключ:

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce2cf217be1e29

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
«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 сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения

УТВЕРЖДАЮ:

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

Бенин Д.М.

“ 29 ”

2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.7 Научные основы водопользования

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 20.04.02 «Прироообустройство и водопользование»

Направленность: Цифровизация инженерных систем в АПК

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2025 г.

Москва, 2025

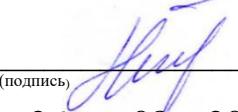
Разработчик: Кадысева А.А. д.б.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«26» 08 2025г.

Рецензент: Ханов Н. В., профессор д.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)


«26» 08 2025г.

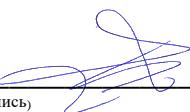
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Программа обсуждена на заседании кафедры сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения

протокол №12 от «26» 08 2025г.

И. о. зав. кафедрой Али М.С., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)


«26» 08 2025г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института мелиорации, водного хозяйства и строительства им. А.Н. Костякова

Щедрина Е.В., к.п.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Протокол №7



«25» 08 2025г.

И. о. зав. выпускающей кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций

Али М.С., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«26» 08 2025г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ  Сидорова В.В.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	8
ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	15
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	16
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ...	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.	
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)	16
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	42
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	43
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	45
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	45

АННОТАЦИЯ
рабочей программы учебной дисциплины
Б1.В.7 Научные основы водопользования
для подготовки магистра по направлению
20.04.02 – Природообустройство и водопользование
Направленность: Цифровизация инженерных систем в АПК

Цель освоения дисциплины: передать будущим магистрам знания и навыки владения методами анализа и синтеза процессов, информационных технологий, методами управления процессами, способами постановки научных задач, планирование их решения, что способствует повышению знаний необходимых в профессиональной деятельности, связанной с решением научных задач в области водопользования.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в базовую часть учебного плана по направлению подготовки 0.04.02Природообустройство и водопользование

Требования к результатам освоения дисциплины: : в результате освоения дисциплины формируются следующие образовательные компетенции: ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2.

Краткое содержание дисциплины: дисциплина имеет большое научное и практическое значение для обучающихся, позволяет ознакомится с объектами профессиональной деятельности, вырабатывает у обучающихся навыки изучения вопросов водопользования, постановке задач научных исследований и их решения, использовать понятия, идеи и методы для исследовательской работы. Изучение вопросов водопользования: оценка располагаемых водных ресурсов, оценка возможности их использования с учетом экологических требований, выявление антропогенного влияния на водные и наземные экосистемы. Знакомство со способами определения допустимых нагрузок на водные и наземные объекты. Анализировать влияние природных и антропогенных факторов на эффективность использования водных ресурсов и охрану водных объектов.

Общая трудоемкость дисциплины /в т.ч. практическая подготовка:
144/4 (час/4зач. ед.), в том числе 4 часа практическая подготовка.

Промежуточный контроль: экзамен

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины **Б1.В.7 «Научные основы водопользования»** является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих знания и владения методами анализа и синтеза процессов, информационных технологий, в т.ч. современных методов сквозных технологий, что способствует повышению знаний необходимых в профессиональной деятельности, связанной с решением водохозяйственных задач путем научных исследований. Получение знаний принципов и методов научных экспериментов.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Научные основы водопользования» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Научные основы водопользования» являются; Геоинформационные системы; Математическое моделирование процессов в компонентах природы; Системный анализ в управлении качеством процессов природообустройства и водопользования; Основы научной и инновационной деятельности

Дисциплина **«Научные основы водопользования»** является основополагающей для подготовки ВКР и изучения следующих дисциплин:

Гидротехнические сооружения систем водоснабжения и водоотведения; Автоматизация и эксплуатация цифровых систем; водоснабжения и водоотведения; Инновационные технологии очистки природных и сточных вод; Переходные процессы в системах водоподачи

Особенностью дисциплины является обоснование принимаемых решений на основе законов природопользования, построения моделей водохозяйственных систем и выполнения научных исследований по планированию использования водных ресурсов и охране водных объектов.

Рабочая программа дисциплины «Научные основы водопользования» 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 (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	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.	Виды регулирования стока, их характеристики, условия применения конкретного вида.	Определять параметры потенциального водопользования на основе имитационного моделирования	Способом определять параметры регулирования и делать оценку экологических рисков
			ПКос-1.2 Умение использовать знания методов регулирования стока, оптимизации режимов работы водохозяйственных систем для проведения исследований по повышению эффективности территориально-временного регулирования стока, сбережению водных ресурсов.	Методы одномерной и много артической оптимизации	Анализировать влияние природных и антропогенных факторов на поведение водохозяйственных систем, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Big Data, Облако)	Способом постановки задачи оптимизации параметров и режимов водопользования
2.	ПКос-5	Способность проводить исследования с помощью искусственного интеллекта в строительстве, проектировании и эксплуатации объектов инженерных систем с учетом цифровых моделей объектов	ПКос-5.1 Знания и владение методами исследований систем	Основные процессы происходящие в природно-технических водохозяйственных системах Использование технологий Интернет вещей, робототехники и искусственного ин-	Способами получения зависимостей основных процессов для прогнозирования поведения водохозяйственных систем на основе Математического проектирования, использующих элементы технологии цифрового двойника	Способом проведения обосновывающих расчетов, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, базы данных)

			теллекта (Digital Twin)		
		ПКос-5.2 Умение использовать методы проведения исследований для совершенствования технологий с целью повышения эффективности работы природно техногенных систем и обеспечения выполнения требований экологической безопасности	Принципы функционирования и формирования водохозяйственных систем. Методологию agile для управления проектами, в области использования водных ресурсов	Проводить обосновывающие расчеты в условиях неопределенности в т.ч. с применением современных цифровых инструментов (имитационное моделирование). Использовать базы нормативных документов:	Способом определения допустимого воздействия на водные объекты

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

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

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам	№ 3
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144/4	
1. Контактная работа:	70,4	70,4/4	
Аудиторная работа	68,4	68,4/4	
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	34	34	
практические занятия (ПЗ)	34/4	34/4	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4	
консультация перед экзаменом	2	2	
2. Самостоятельная работа (СРС)	73,6	46,6+27	
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	36,6	36,6	
РГР (подготовка)	10	10	
Подготовка к зачету	27	27	
Вид промежуточного контроля:		экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

	Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
			Л	ПЗ/ всего/ *	ПКР	
1	Формирование поверхностных водных ресурсов. Виды и характеристики управления и их применения.	26	6	6/2		14
	Формирование объемов стока	8	2	2		4
	Формирование качества воды	8	2	2		4
	Виды регулирования стока и условия их применения	10	2	2/2		6
2	Основные процессы, происходящие в природно-технических водохозяйственных системах	24	6	6		12
	Процессы самоочищения, эвтрофирования	14	4	4		6

	Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеауди- торная работа СР
			Л	ПЗ/ всего/ *	ПКР	
	водных объектов					
	Обоснование регулирования стока	10	2	2		6
3	Принципы функционирования и формирования водохозяйственных систем	23	6	6		11
	Принципы природопользования	7	2	2		3
	Способы оценки естественных характеристик стока рек	8	2	2		4
	Управление условиями формирования стока на водосборе	8	2	2		4
4	Анализировать влияние природных и антропогенных факторов на поведение водохозяйственных систем	24	4	4		16
	Влияние природных факторов	12	2	2		8
	Влияние антропогенных факторов	12	2	2		8
5	Способами получения зависимостей основных процессов для прогнозирования поведения водохозяйственных систем	24	6	6		12
	Детерминированные способы	8	4	4		
	Вероятностные способы	6	2	2		
6	Проводить обосновывающие расчеты в условиях неопределенности	20,6	6	6/2		8,6
	Прогноз объемов стока. Способ обоснования мероприятий по регулированию стока: на основе составления водохозяйственного баланса обобщенным методом.	8,6	2	2		4,6
	Основные положения и решаемые задачи с использованием теории «Игры с природой».	12	4	4/2		4
7	КРА	0,4			0,4	
8	Консультация перед экзаменом	2			2	
Итого по дисциплине		144	34	34/4	2,4	73,6

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Формирование поверхностных водных ресурсов. Виды и характеристики управления водными ресурсами и их применения.

Формирование объемов стока на водосборной площади: влияние ландшафтов; гидрологических условий. Формирование качества воды под влиянием природных и антропогенных факторов. Источники загрязнения вод, оценка их вклада и влияния на качество воды. Использование баз нормативных документов: Консорциум кодекс, сеть Техэксперт, Консультатнт плюс.

Виды регулирования стока и условия их применения для целей орошения и гидроэнергетики. Требования к осуществлению регулирования стока и экологические риски. Обоснование регулирования стока. Методология agile для управления проектами, в области использования водных ресурсов

Раздел 2. Основные процессы, происходящие в природно-технических водохозяйственных системах.

Процессы самоочищения воды и водных объектов: влияние процессов, основные факторы, влияющие на самоочищение, возможность управления самоочищением. основные принципы природопользования – как стратегия управления. Эвтрофирования водных объектов: основные факторы, влияющие на эвтрофирования, возможность управления эвтрофированием и основные принципы природопользования – как стратегия управления. Вклад водных объектов в углеродный след. Технологии Цифрового двойника (Digital Twin) как средство расчетного мониторинга.

Раздел 3. Принципы функционирования и формирования водохозяйственных систем.

Основные принципы природопользования – как стратегия управления процессами формирования водных объектов. Способы определения качества естественного фона. Метод восстановления естественного стока из фактического стока. Управление условиями формирования стока на водосборе. Точное управление – как метод управления формированием стока на водосборе.

Раздел 4. Способы анализа влияния природных и антропогенных факторов на поведение водохозяйственных систем.

Влияние природных и антропогенных факторов: доля детерминизма и вероятности. Способы учета случайных процессов. Понятие о теории «Игр с природой».

Раздел 5. Способы получения зависимостей основных процессов для прогнозирования поведения водохозяйственных систем.

Детерминированные способы: анализ размерностей, физические методы, основанные на теоретическом выводе уравнений, с использованием технологий Интернет вещей, робототехники и искусственного интеллекта. Вероятностные способы: статистические, марковские процессы. Использование теории случайных процессов для получения детерминированных зависимостей. Использовать Баз данных о водных ресурсах и их использования, и принципы их создания

Раздел 6. Обосновывающие расчеты в условиях неопределенности.

Прогноз объемов стока. Технологии Цифрового двойника (Digital Twin) как средство расчетного мониторинга.

Способ обоснования мероприятий по регулированию стока: на основе составления водохозяйственного баланса обобщенным методом. Эколого-экономическое обоснование мероприятий по охране вод от загрязнения. Цифровые технологии для контроля негативного воздействия. Прогноз объемов стока с помощью теории Марковской цепи. Основные положения и решаемые задачи с использованием теории «Игры с природой». Выбор наилучшей стратегии пропуска половодья и наполнения водохранилища способом игры с природой) используя разные критерии). Использование математического моделирования для обоснования и оценки эффективности рационального водопользования.

4.3 Лекции, практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций практических занятий и контрольные мероприятия				
№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Раздел 1. Формирование поверхностных водных ресурсов. Виды и характеристики управления водными ресурсами и их применения		
1	Тема 1. Формирование поверхностных водных ресурсов. Виды и характеристики управления водными ресурсами и их применения.	Лекция № 1. Формирование объемов стока. Использование баз нормативных документов: Консорциум кодекс, сеть Техэксперт, Консультант плюс	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 1 Оценка вклада источников в загрязнение реки и их влияние на качество воды.	Решение задач	2
		Лекция №2 Формирование качества воды. Методология agile для управления проектами, в области использования водных ресурсов	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 2 Определение параметров ирригационного и энергетического водохранилища	Решение задач	2
		Лекция №3 Виды регулирования стока и условия их применения	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 3. Обоснование параметров водопользования для ирригационно-энергетических целей.	Решение задач	2/2
		Раздел 2. Основные процессы, происходящие в природно-технических водохозяйственных системах		
2	Тема 2 Основные процессы, происходящие в природно-технических водохозяйственных системах.	Лекция №4 Процессы самоочищения воды.	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 4 Оценка эффективности самоочищением воды	Решение задач	2
		Лекция №5 Процессы самоочищения водных объектов	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 5 Способы учета и управления самоочищением водных объектов	Решение задач	2
		Лекция 6 Процессы эвтрофирования водных объектов. Технологии Цифрового двойника (Digital Twin) как средство расчетного мониторинга	Ответ на вопрос к экзамену	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическая работа №6 Оценка эффективности управления эвтрофирования водных объектов	Решение задач	2
Раздел 3. Принципы функционирования и формирования водохозяйственных систем				
3	Тема 3 Принципы функционирования и формирования водохозяйственных систем	Лекция №7 Принципы водопользования (оптимальности, преломления действия фактора, внезапного усиления патогенности,	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 7 Определение объемов экологического стока	Решение задач	2
		Лекция №8 Способы определения качества естественного фона. Метод восстановления естественного стока из фактического стока.	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 8. Восстановление фактического стока реки до естественного.	Решение задач	2
		Лекция №9 Управление условиями формирования стока на водосборе	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа №9. Оценка влияния сельскохозяйственных угодий (богарных, мелиорируемых) на поверхностный и подземный сток	Решение задач	2
Раздел 4. Способы анализа влияния природных и антропогенных факторов на поведение водохозяйственных систем				
	Способы анализа влияния природных и антропогенных факторов на поведение водохозяйственных систем	Лекция №10 Влияние природных факторов	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа № 10. Определение рисков хозяйственной деятельности от загрязнения вод	Решение задач, тестирование	2
		Лекция №11 Влияние антропогенных факторов	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа №11. Оценка вклад факторов на экологическое состояние водохозяйственных систем	Решение задач, тестирование	2
Раздел 5. Способы получения зависимостей основных процессов для прогнозирования поведения водохозяйственных систем				
	Тема 5. Способы получения зависимостей основных процессов	Лекция №12 Детерминированные способы: анализ размерностей, физические методы, основанные на теоретическом выводе уравнений.	Ответ на вопрос к экзамену	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
сов для прогнозирования поведения водно-хозяйственных систем		Практическая работа №12. Оценка влияния источников на качество воды в реке	Решение задач, тестирование	2
		Лекция №13-14. Вероятностные способы: статистические, марковские процессы.	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая работа №13-14. Вероятностный прогноз загрязнения воды в реке. Использовать Баз данных о водных ресурсах и их использования, и принципы их создания	Решение задач, тестирование	4
Раздел 6. Обосновывающие расчеты в условиях неопределенности				
Обосновывающие расчеты в условиях неопределенности		Лекция №15 Прогноз объемов стока. Способ обоснования мероприятий по регулированию стока обобщенным методом.	Ответ на вопрос к экзамену	2
		Практическая №15. Прогноз объемов стока с помощью теории Марковской цепи.	Решение задач, выполнение РГР	2
		Лекция 16-17. Основные положения и решаемые задачи с использованием теории «Игры с природой». с использованием технологий Интернет вещей, робототехники и искусственного интеллекта	Ответ на вопрос к экзамену	4
		Практическая работа №16-17. Выбор наилучшей стратегии пропуска половодья и наполнения водохранилища способом игры с природой) используя разные критерии).	Решение задач, выполнение РГР	4/2
ИТОГО		68/4		

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Формирование поверхностных водных ресурсов. Виды и характеристики управления водными ресурсами и их применения (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)		
1	Формирование объемов стока	Влияние глобального изменения климата на объемы стока
2	Формирование качества воды	Качество поверхностных вод России
3	Виды регулирования стока и условия их применения	Многолетнее и суточное регулирование стока. Принципы, применение, назначение
Основные процессы, происходящие в природно-технических водохозяйственных системах (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)		
4	Процессы	Влияние аэрации воды, водной растительности, донных отложений

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	самоочищения воды.	жений на самоочищение воды
5	Процессы самоочищения водных объектов	Влияние водохранилищ на самоочищение водных объектов. <i>Современные технологии перспективные для использования в области управления водными ресурсами</i>
6	Процессы эвтрофирования водных объектов	Влияние водных объектов на углеродный след
Принципы функционирования и формирования водохозяйственных систем (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)		
7	Принципы водопользования (оптимальности, преломления действия фактора, внезапного усиления патогенности, дублирования, эйфории первых успехов).	Гео-экологические барьеры: природные и антропогенные, их роль в формировании водных экосистем. <i>Цифровые технологии – для контроля состояния, использования и охраны водных и наземных объектов.</i>
8	Способы определения качества естественного фона.	Изменение качества естественного фона в реках России
9	Управление условиями формирования стока на водосборе	Ландшафтное планирование использования земель водосборной площади
Способы анализа влияния природных и антропогенных факторов на поведение водохозяйственных систем (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)		
10	Влияние природных факторов на качество и количество стока	Метод непосредственных натурных наблюдений и оценок. Суть метода. Примеры применения. Метод регистрации и оценки состояния природной среды.
11	Влияние антропогенных факторов	Метод математического моделирования и расчетов. Суть метода. Примеры применения
Способы получения зависимостей основных процессов для прогнозирования поведения водохозяйственных систем (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)		
12	Детерминированные способы: анализ размерностей, физические методы, основанные на теоретическом выводе уравнений.	Примеры применения метода анализа размерностей.
13	Вероятностные способы: статистические, марковские процессы. Использование теории случайных процессов для получения детерминированных	Примеры применения марковских цепей в практике водного хозяйства и мелиорации

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	зависимостей	
Обосновывающие расчеты в условиях неопределенности (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-5.1; ПКос-5.2)		
14	Прогноз объемов стока. Обоснование мероприятий по регулированию стока обобщенным методом.	Риски водохозяйственной деятельности. Принципы их определения.
15	Основные положения и решаемые задачи с использованием теории «Игры с природой»	Примеры применения теории игр и природой в водохозяйственной практике

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	Формирование качества воды	Л	Проблемная лекция
	Определение объемов экологического стока	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
	Обоснование параметров водопользования для ирригационно-энергетических целей.	Л	Проблемная лекция
2	Процесс самоочищения водных объектов	Л	Проблемная лекция
	Способы учета и управления самоочищением водных объектов	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
3	Принципы водопользования (оптимальности, преломления действия фактора, внезапного усиления патогенности, дублирования, эйфории первых успехов). Их учет в водопользовании.	Л	Проблемная лекция
	Оценка влияния сельскохозяйственных угодий (богарных, мелиорируемых) на поверхностный и подземный сток	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
4	Влияние антропогенных факторов	Л	Проблемная лекция
	Создание имитационной модели гидрографической сети	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
5	Вероятностные способы: статистические, марковские процессы. Использование теории случайных процессов для получения детерминированных зависимостей	Л	Проблемная лекция
	Вероятностный прогноз загрязнения воды в реке	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций
6	Основные положения и решаемые задачи с ис-	Л	Проблемная лекция

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	
	пользованием теории «Игры с природой»		
	Выбор наилучшей стратегии пропуска половодья и наполнения водохранилища способом (игры с природой) используя разные критерии.	ПЗ	Анализ конкретных ситуаций

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

Типовые задачи для промежуточного контроля знаний обучающихся

Задачи по теме № 1 Оценка вклада источников в загрязнение реки и их влияние на качество воды.

Объем стока реки 500 млн.м³. Площадь бассейна реки 3000 км². Площадь орошаемых земель 5% площади с/х земель. Площадь осушения 2% площади с/х земель. Доля подземного питания реки 20%.

Источник загрязнения	Водопотребление W, млн, м ³
КБХ	30
Промышленность-1	90
Промышленность-2	100
Промышленность-3	80
Орошение	50
Орошаемые земли	
Осушаемые земли	
Богарные земли	
ИТОГО по водопотребителям	350

Требуется: сделать прогностическую модель оценки качества воды в реке, с помощью которой определить:

1. Определить требуемую эффективность водоохраных мероприятий.
2. Определить вклад источников загрязнение в ухудшение качества воды.
3. Эффективность введения водооборота в конкретной промышленности по улучшению качества воды.

Объем стока реки 450 млн.м³. Площадь бассейна реки 2800 км². Площадь орошаемых земель 4% площади с/х земель. Площадь осушения 2% площади с/х земель. Доля подземного питания реки 15%.

Источник загрязнения	Водопотребление W, млн, м ³
КБХ	20
Промышленность-1	70
Промышленность-2	80
Промышленность-3	60
Орошение	40

Орошаемые земли	
Осушаемые земли	
Богарные земли	
ИТОГО по водопотребителям	270

Требуется: сделать прогностическую модель оценки качества воды в реке, с помощью которой определить:

4. Определить требуемую эффективность водоохранных мероприятий.
5. Определить вклад источников загрязнение в ухудшение качества воды.
6. Эффективность введения повторного водоснабжения орошения сточными водами промышленности и КБХ. Считать, что земледельческие поля орошения подготовлены для приемы всех сточных вод.

Задачи по теме 2. Принципы рационального водопользования

Задача 1 Определение требуемого объема для КБХ

Вариант	Численность населения, тыс.чел	Норма водопотребления, л/сут*чел.
1	100	170
2	200	180
3	300	190
4	400	200
5	500	210

Задача 2 Определение требуемого объема для промышленности

Вариант	Объем продукции, тыс.т	Норма водопотребления, м ³ /т.
1	100	3500
2	200	500
3	300	300
4	400	280
5	500	250

Задача 3 Определение требуемого объема для сельскохозяйственного водоснабжения

Вариант	Численность населения, тыс.чел	Норма водопотребления, л/сут*чел.	Поголовье скота, тыс. голов	Норма водопотребления, л/сут*гол.
	10		1	100
2	20		2	85
3	30		3	100
4	40		4	85
5	1	30	5	65
6	5	50	6	50
7	6	80	7	45
8	7	125	8	40
9	8	85	9	35
10	9	125	10	30

Задача 4 Определение требуемого объема для орошения

Вариант	Площадь орошения, га	Оросительная норма, м ³ /га
1	300	900
2	400	1000
3	500	1200
4	600	1400
5	700	1600

Задачи по теме 3. Мониторинг использования водных ресурсов

1. Определить, какие водоохранные мероприятия достаточны, чтобы достичь требуемой эффективности $\mathcal{E}_{\text{ВОМ}}=0,6$
 - Устройство лесополос $\mathcal{E}_{\text{ЛП}}=0,25$
 - Распашка поперек склона $\mathcal{E}_{\text{РПС}}=0,35$
 - Снегозадержание $\mathcal{E}_{\text{СН}}=0,15$
 - Использование медленно действующих удобрений $\mathcal{E}_{\text{МДУ}}=0,4$
2. Определить требуемую эффективность мероприятий по улучшению качества воды, если: коэффициент предельной загрязненности $K_{\text{пз}}=4,5$.
3. Определить значение комплексного показателя качества воды ($K_{\text{пз}}$), если:

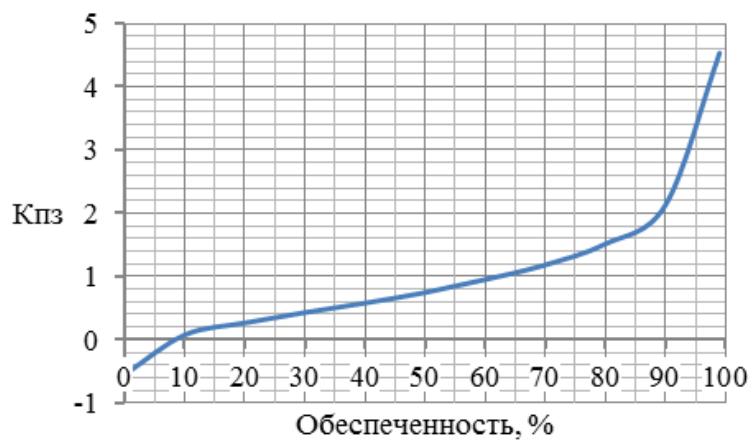
Вещество	Концентрация, мг/л	ПДК, мг/л
Нефтепродукты	0,1	0,05
Фенолы	0,006	0,001
Медь	0,004	0,001
Цинк	0,03	0,01
Железо	0,24	0,1
Нитраты	20	40
аммоний	0,1	0,5
БПК ₅	6	3

4. Определить качество речной воды, если:

сток реки $W_p=300$ млн.м³

Источник загрязнения	$W_{\text{пз}}$, млн, м ³	$W_{\text{сточные воды}}$, млн, м ³
КБХ	40	4
Промышленность-1	90	3
Промышленность-2	110	6
Промышленность-3	60	6
Орошаемые земли	30	5
Осушаемые земли	70	14
Богарные земли	600	200
ИТОГО	1000	238

5. Определить экологическое состояние реки по условию загрязненности, если: кривая обеспеченности комплексного показателя индекса загрязнения вод $K_{\text{пз}}$



6. Источники загрязнения водных объектов:
 - технологические сточные воды промышленности;
 - ливневые стоки с территории промышленного предприятия;
 - коммунально-бытовые стоки;
 - нефтепродукты;
 - фенолы;
 - загрязненные донные отложения.

7. Мероприятия по охране водных объектов от загрязнения точечными источниками загрязнения:
 - водоохранная зона;
 - зона санитарной охраны;
 - обвалование территории;
 - глубокое рыхление почвы;
 - очистка сточных вод на сооружениях полной биологической очистки;
 - создание водооборотных систем водоснабжения.

8. Мероприятия по охране водных объектов от загрязнения диффузными источниками загрязнения:
 - лесополосы;
 - зона санитарной охраны 1-го пояса;
 - зона санитарной охраны 2-го пояса;
 - снегозадержание;
 - очистка сточных вод на сооружениях полной биологической очистки;
 - биологическое плато для доочистки сточных вод КБХ.

9. Определить ПДС загрязняющего вещества в реку (фон реки загружен), выбрав необходимые данные, если: ПДК=0,1 мг/л
 - фактическая концентрация вещества в реке 0,05 мг/л
 - фактическая концентрация вещества в сточных водах 2 мг/л
 - минимальная концентрация вещества в сточных водах по итогам прошедшего года 3 мг/л
 - допустимая концентрация вещества в сточной воде 0,01 мг/л

- фактический расход воды в реке $10 \text{ м}^3/\text{с}$
- минимальный расход воды в реке для года 95% обеспеченности $2 \text{ м}^3/\text{с}$
- минимальный расход сточных вод 2
- лимит сброса сточных вод $3 \text{ м}^3/\text{ч}$
- расход сточных вод, соответствующий выработке запланированной продукции на предстоящий год $2,5 \text{ м}^3/\text{ч}$

10. Какие индикаторные организмы используются для оценки эффективности работы очистных сооружений

- водоросли;
- рыба травоядная;
- рыба хищник;
- микроорганизмы.

11. Какие индикаторные организмы используются для оценки загрязненности воды сточными водами промышленности

- водоросли;
- рыба травоядная;
- рыба хищник;
- микроорганизмы.

12. Какие индикаторные организмы используются для оценки загрязненности воды сточными водами промышленности

- водоросли;
- рыба травоядная;
- рыба хищник;
- микроорганизмы.

13. Каких методов контроля качества воды нет:

- органолептический;
- химический;
- санитарно-токсикологический;
- биологический.

14. Обосновать водоохранные мероприятия по улучшению качества речной воды, если: сток реки $W_p=300 \text{ млн.м}^3$ (необходимые коэффициенты принять самостоятельно.

Источник загрязнения	Водопотребление $W, \text{млн.м}^3$
КБХ	40
Промышленность	100
Орошение	30
с/х водоснабжение	20
ИТОГО	190

15. Определить истощение и загрязнение реки на втором водохозяйственном участке (необходимые коэффициенты принять самостоятельно), если:
Водопотребление, млн.м³

Водопотребитель	ВХУ	
	1	2
КБХ	20	30
Промышленность	100	80
Орошение	20	40
С/х водоснабжение	10	20
Переброска стока в другой бассейн	-	80
ИТОГО	160	200

Объемы стока реки для года 95% обеспеченности, млн.м³

Показатель	ВХУ	
	1	2
ΔW	400	500

Характеристика загрязненности сточных вод, млн.м³

Источник	ВХУ	
	1	2
КБХ	20	300
Промышленность	80	440
Орошение	20	80
С/х водоснабжение	10	50
Орошаемые земли	50	180
Богарные земли	80	270
ИТОГО	260	1320

Тесты по теме 4 Проблемы рационального использования водных ресурсов

1. НА КАКИЕ ВИДЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕЛЯТСЯ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ
 - 1) хозяйствственно-питьевое
 - 2) рыбохозяйственное
 - 3) культурно-бытовое
 - 4) ирригационное
 - 5) энергетическое
2. УРОВЕНЬ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМЫ С ПОМОЩЬЮ ПДК
 - 1) надпороговый
 - 2) подпороговый
 - 3) допустимый
 - 4) нейтральный
 - 5) приемлемый
3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ НОРМАТИВ КАЧЕСТВА ВОДЫ
 - 1) ПДС
 - 2) НДВ

- 3) ПДК
- 4) ОВДУ
- 5) НДС

4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ НОРМАТИВ КАЧЕСТВА ВОДЫ

- 1) ПДС
- 2) НДВ
- 3) ПДК
- 4) ОВДУ
- 5) НДС

5. ЧТО УЧИТЫВАЕТ ПДК

- 1. Опасность конкретного вещества
- 2. Объем сброса загрязняющего вещества в водный объект
- 3. Загрязненность сточной воды
- 4. Загрязненность воды природных водных объектов
- 5. Пригодность воды для конкретных целей
- 6. Совместное действие загрязняющих веществ на организмы

6. ЧТО УЧИТЫВАЕТ ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА

- 1. Опасность конкретного вещества
- 2. Объем сброса загрязняющего вещества в водный объект
- 3. Загрязненность сточной воды
- 4. Загрязненность воды природных водных объектов
- 5. Пригодность воды для конкретных целей
- 6. Совместное действие загрязняющих веществ на организмы

7. ЧТО УЧИТЫВАЕТ ПДС

- 1. Опасность конкретного вещества
- 2. Объем сброса загрязняющего вещества в водный объект
- 3. Загрязненность сточной воды
- 4. Загрязненность воды природных водных объектов
- 5. Пригодность воды для конкретных целей
- 6. Совместное действие загрязняющих веществ на организмы

8. ДАЙТЕ ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ, ЧТО ТАКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДЫ

- 1) Загрязнение вод - привнесение в среду или образование в ней физических, химических или биологических агентов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям.
- 2) Загрязнение вод - привнесение в среду или превышение, за рассматриваемое время, естественного среднемноголетнего уровня концентрации перечисленных агентов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям.
- 3) Загрязнение вод - привнесение в среду или образование в ней физических,

химических или биологических агентов или превышение, за рассматриваемое время, естественного среднемноголетнего уровня концентрации перечисленных агентов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям.

9. КАКИЕ ГРУППЫ ЛПВ ВЫДЕЛЯЮТ ДЛЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

- 1) рыбохозяйственный
- 2) органолептический
- 3) токсикологический
- 4) санитарно-токсикологический
- 5) санитарный

10. КАКИЕ ГРУППЫ ЛПВ ВЫДЕЛЯЮТ ДЛЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

- 1) рыбохозяйственный
- 2) органолептический
- 3) токсикологический
- 4) санитарно-токсикологический
- 5) санитарный

11. ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ СБРОС ЭТО

- 1) масса вещества в воде водного объекта, максимально допустимая в данном пункте в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте
- 2) масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте
- 3) масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте

12. УКАЖИТЕ УСЛОВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД, если С – фактическая концентрация вещества, G – фактический объем сброса загрязняющего вещества, $C_{\text{доп}}$ – допустимая концентрация вещества в сточной воде

- a) $C > ПДК$
- b) $C \geq ПДК$
- c) $C > C_{\text{доп}}$
- d) $C \geq C_{\text{доп}}$
- e) $ПДС > G$
- f) $ПДС < G$

13. УКАЖИТЕ УСЛОВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БИОГЕННЫМ ВЕЩЕСТВОМ, если С – фактическая концентрация вещества, G – фактический объем сброса загрязняющего вещества, $C_{\text{доп}}$ – допу-

стимая концетрация вещества в сточной воде, Сфон – концентрация вещества в естественном фоне

- a) $C > C_{фон}$
- b) $C \geq ПДК$
- c) $C > C_{доп}$
- d) $ПДС < G$

14. УКАЖИТЕ УСЛОВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НЕ БИОГЕННЫМ ВЕЩЕСТВО, если С – фактическая концентрация вещества, G – фактический объем сброса загрязняющего вещества, $C_{доп}$ – допустимая концетрация вещества в сточной воде, Сфон – концентрация вещества в естественном фоне

- a) $C > C_{фон}$
- b) $C \geq ПДК$
- c) $C > C_{доп}$
- d) $ПДС < G$

15. УКАЖИТЕ УСЛОВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВОД, если С – фактическая концентрация вещества, G – фактический объем сброса загрязняющего вещества, $C_{доп}$ – допустимая концетрация вещества в сточной воде, Сфон – концентрация вещества в естественном фоне

- a) $C > ПДК$
- b) $C \geq ПДК$
- c) $C > C_{доп}$
- d) $C \geq C_{доп}$
- e) $ПДС > G$
- f) $ПДС < G$
- g) $C > C_{фон}$

16. ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПДК ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДНОГО ОБЪЕКТА, если дано: среднемноголетняя концентрация $c_{ср}=0,4$ мг/л; доверительный интервал определения среднего 0,03мг/л

- a) 0,43 мг/л
- b) 0,46 мг/л
- c) 0,49 мг/л
- d) 0,37 мг/л
- e) 0,34 мг/л
- f) 0,40 мг/л

17. ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПДК ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДНОГО ОБЪЕКТА, если дано: среднемноголетняя концентрация $c_{ср}=0,05$ мг/л ошибка среднего 0,01мг/л коэффициент Стьюдента на 5% уровне значимости 2,0452

- a) 0,085 мг/л
- b) 0,070 мг/л

- c) 0,112 мг/л
- d) 0,050 мг/л
- e) 0,055 мг/л
- f) 0,084 мг/л

18. ПРАВИЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПДК ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДНОГО ОБЪЕКТА, если дано: средне-многолетняя концентрация $c_{cp}=0,1$ мг/л; среднеквадратическое отклонение 0,04 мг/л, коэффициент Стьюдента на 5% уровне значимости 2,0452, объем выборки данных $n=30$ шт.

- a) 0,115 мг/л
- b) 0,142 мг/л
- c) 0,154 мг/л
- d) 0,317 мг/л
- e) 0,134 мг/л
- f) 0,410 мг/л

19. ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ

- 1) истощение рек и водоемов
- 2) падение уровня мирового океана
- 3) загрязнение атмосферы
- 4) загрязнение гидросферы
- 5) изменение генетических параметров стока

20. СБРОС ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРИВОДИТ К

- 1) превышению нормативов качества воды
- 2) вторичному загрязнению
- 3) ухудшению условий водопользования
- 4) необходимости водоподготовки
- 5) загрязнению донных отложений

21. НАЗОВИТЕ ПРИЧИНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

- 1) несовпадение водного режима и требований водопользования
- 2) преобразование природных водных объектов
- 3) чрезмерное водопотребление
- 4) сброс загрязненных сточных вод
- 5) поступление в водный объект трудно разлагаемых веществ

Задачи по теме 5. Обоснование водохозяйственных мероприятий

Задача 1 Определить обеспеченность водой населения и отраслей экономики. Необходимые коэффициенты принять самостоятельно.

Вариант	Объем стока реки, млн м ³	Водопотребление, млн.м ³			
		КБХ	Пром.	С/х вод.	Орошение

1	300	10	80	5	30
2	350	15	85	6	35
3	400	20	90	7	40
4	450	25	95	8	45
5	500	30	100	9	50

Задача 2 Определить обеспеченность водой населения и отраслей экономики. Необходимые коэффициенты принять самостоятельно. ГЭС работает равномерно по месяцам года. Водный транспорт работает в течение 5 месяцев.

Вариант	Объем стока реки, млн м ³	Водопотребление, млн.м ³				Объемы водопользования, млн.м ³	
		КБХ	Пром.	С/х вод.	Орошение	ГЭС	ВТ
1	300	10	80	5	30	240	120
2	400	15	85	7	32	320	160
3	500	20	90	9	34	400	200
4	600	25	95	11	36	480	240
5	700	30	100	13	38	560	280

Задача 3 Определить обеспеченность водой населения и отраслей экономики. Необходимые коэффициенты принять самостоятельно. ГЭС работает равномерно по месяцам года. Водный транспорт работает в течении 6 месяцев. КБХ и с/х водоснабжение потребляет воду из подземных горизонтов. КБХ потребляет воду из гидравлически не связанного горизонта. С/х водоснабжение осуществляется из гидравлически связанного горизонта (коэффициент гидравлической связи 0,3)

Вариант	Объем стока реки, млн м ³	Водопотребление, млн.м ³				Объемы водопользования, млн.м ³	
		КБХ	Пром	С/х вод	Орош	ГЭС	ВТ
1	200	10	80	5	30	160	80
2	250	15	85	7	32	200	100
3	300	20	90	9	34	240	120
4	350	25	95	11	36	280	140
5	400	30	100	13	38	320	160

Задачи по теме 6. Обоснование водоохранных мероприятий

Задача 1 Оценить качество воды в реке: сток реки 300 млн. м³, вода используется для целей промышленности в объеме 80 млн. м³, животноводства – 40 млн. м³, городского к.б.х. в объеме 50 млн. м³. Город забирает воду из подземного водоносного горизонта гидравлически связанного с рекой (коэффициент гидравлической связи 0,1). Сточные воды города и промышленности подаются на очистные сооружения (эффективность очистки 70%). Системы водоснабжения прямоточные. Необходимо предусмотреть судоходные попуски в объеме 100 млн. м³. Период навигации 4 месяца. В составе ВХК имеется ГЭС. Объем воды для ГЭС составляет 240 млн. м³ (равномерная работа в течении года). Необходимые коэффициенты принять самостоятельно.

Задача 2 Оценить качество воды в реке: сток реки 350 млн. м³, вода использу-

ется для целей промышленности в объеме 90 млн. м³, животноводства – 50 млн. м³, городского к.б.х. в объеме 30 млн. м³. Город забирает воду из подземного водоносного горизонта гидравлически связанного с рекой (коэффициент гидравлической связи 0.3). Сточные воды города подаются на очистные сооружения (эффективность очистки 80%) Системы водоснабжения прямоточные. Необходимо предусмотреть судоходные попуски в объеме 90 млн. м³. Период навигации 3 месяца. В составе ВХК имеется ГЭС. Объем воды для ГЭС составляет 200 млн. м³ (равномерная работа в течении года). Необходимые коэффициенты принять самостоятельно.

Задача 3 Оценить качество воды в реке: сток реки 450 млн. м³, вода используется для целей промышленности в объеме 120 млн. м³, животноводства – 60 млн. м³, городского к.б.х. в объеме 20 млн. м³. Город забирает воду из подземного водоносного горизонта гидравлически связанного с рекой (коэффициент гидравлической связи 0.4). Сточные воды города подаются на очистные сооружения (эффективность очистки 75%) Системы водоснабжения прямоточные. Необходимо предусмотреть судоходные попуски в объеме 80 млн. м³. Период навигации 2 месяца. В составе ВХК имеется ГЭС. Объем воды для ГЭС составляет 240 млн. м³ (равномерная работа в течении года)..Необходимые коэффициенты принять самостоятельно.

Задача 4 Оценить качество воды в реке: сток реки 250 млн. м³, вода используется для целей промышленности в объеме 70 млн. м³, животноводства – 40 млн. м³, орошения в объеме 20 млн. м³. Животноводство забирает воду из подземного водоносного горизонта гидравлически связанного с рекой (коэффициент гидравлической связи 0.3). Системы водоснабжения прямоточные. Необходимо предусмотреть судоходные попуски в объеме 60 млн. м³. Период навигации 2 месяца. В составе ВХК имеется ГЭС. Объем воды для ГЭС составляет 120 млн. м³ (равномерная работа в течении года)..Необходимые коэффициенты принять самостоятельно.

Задача 5 Оценить качество воды в реке: сток реки 220 млн. м³, вода используется для целей промышленности в объеме 80 млн. м³, животноводства – 30 млн. м³, орошения в объеме 20 млн. м³. Животноводство забирает воду из подземного водоносного горизонта гидравлически связанного с рекой (коэффициент гидравлической связи 0.5). Системы водоснабжения прямоточные. Необходимо предусмотреть судоходные попуски в объеме 60 млн. м³. Период навигации 4 – 5 месяцы. В составе ВХК имеется ГЭС и рыбное хозяйство . Объем воды для ГЭС составляет 120 млн. м³ (равномерная работа в течении года). Для целей рыбного хозяйства требуются специальные попуски в объеме 50 млн. м³ в течении 7 и 8 месяцев. Необходимые коэффициенты принять самостоятельно.

Задачи по теме 7. Нормативы допустимого воздействия на водные объекты
Задача 1 Определить норматив ПДС для нефтепродуктов и меди, если расход сточных вод 50л/с, ПДКнп=0,05 мг/л, ПДКм=0,001 мг/л, фон реки загружен.

Группы ЛПВ соответственно: р/х, т.

Задача 2 Определить норматив ПДС для аммонийного азота, взвешенных веществ и фенолов, если расход сточных вод 200 л/с, ПДКаа=0,5 мг/л, ПДКф=0,001 мг/л, фон реки загружен. Группы ЛПВ соответственно: т., общ., р/х.

Задача 3 Определить норматив ПДС для свинец, нитраты, фенолов, нефтепродуктов, если расход сточных вод 100л/с, ПДКсв=0,006 мг/л, ПДКн=40 мг/л, ПДКф=0,001 мг/л, ПДКнп=0,05 мг/л, фон реки загружен. Группы ЛПВ соответственно: т., т., р/х, р/х.

Задача 4 Определить норматив ПДС для никель, прометрин, фенолов, реалон, если расход сточных вод 100л/с, ПДКник=0,01 мг/л, ПДКпр=0,05 мг/л, ПДКф=0,001 мг/л, ПДКре=1 мг/л, фон реки загружен. Группы ЛПВ соответственно: т., с-т., р/х, с-т.

Задача 5 Определить загруженность речного фона, если: даны значения фактических фоновых концентраций веществ (Сф, мг/л), концентрации веществ соответствующих естественному фону и их ПДК равны:

Вещества	Сф	Естественный фон	ПДК	ЛПВ
Нефтепродукты	0,01	0	0,05	р/х
Фенолы	0,006	0	0,001	р/х
Железо	0,03	0,004	0,1	т
Цинк	0,002	0,001	0,01	т
Взв. вещ.	12	4	-	Общ.

Расчетно-графическая работа 1 по теме «Обоснование водоохранных мероприятий»

Цель. 1.прогноз изменения концентрации вещества с помощью построения цепи Маркова,

2.получить детерминированную зависимость изменения концентрации вещества во времени

Задачи

1. выделить диапазоны состояний на момент времени $t=0$
2. построить матрицу переходных вероятностей
3. выделить матрицу состояний
4. определить состояние системы на моменты времени $t=1,2$ и 3
5. Построить график изменения состояния системы во времени
6. определить скорость изменения концентрации $dC/dt=c_t-c_{t-1}$

7. построить и аппроксимировать график зависимости скорости изменения концентрации от времени $C=f(t)$

Исходные данные

Год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	9	2	19	1	16	4	10	1	12	10	15	1
2001	14	12	9	13	4	12	15	4	19	19	5	3
2002	11	4	20	5	3	13	20	1	10	9	9	17
2003	17	5	9	9	9	6	19	9	1	15	9	14
2004	19	10	6	14	17	16	13	4	11	20	15	13
2005	14	15	8	1	3	1	12	2	18	5	17	2
2006	4	10	13	15	20	10	14	9	8	18	1	14
2007	14	2	20	3	19	15	12	3	3	15	4	3
2008	6	10	9	12	18	17	18	7	6	17	6	2
2009	17	8	7	14	9	15	13	9	10	12	18	1
2010	20	13	20	13	7	13	16	2	17	4	15	9

ПДК=10мг/л

выделить диапазоны состояний на момент времени $t=0$

Матрица состояний

0...ПДК	Cср<ПДК
ПДК...Смакс	Cср>ПДК

построить матрицу переходных вероятностей

0,7	0,3
0,2	0,8

выделить матрицу состояний

Матрица состоя-
ний

5
15

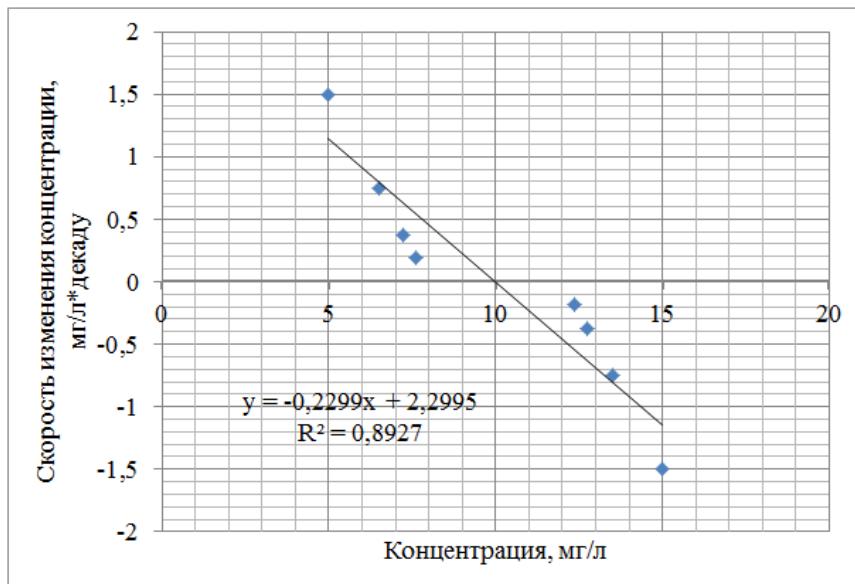
определить состояние системы на моменты времени $t=1,2$ и 3

$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$	$t=4$
5	6,5	7,25	7,63	7,81
15	13,5	12,75	12,38	12,19

определить скорость изменения концентрации $dC/dt=C_t-C_{t-1}$

C_t-C_{t-1}	1,5	0,75	0,375	0,1875	-1,5	-0,75	-0,375	-0,1875
C_t	5	6,5	7,25	7,625	15	13,5	12,75	12,375

Построить график изменения состояния системы во времени



аппроксимировать график зависимости скорости изменения концентрации от времени $C=f(t)$ $C=-0,2299*C+2,2995$ после интегрирования при начальном условии $t=0$ $C=C_0$

получим $C=C_0*EXP(-k*t)$ где $k=2,2995/0,2299$

Расчетно-графическая работа 2 по теме «Обоснование водоохранных мероприятий»

Определить оптимальную стратегию наполнения водохранилища и пропуска половодья, используя теорию игр с природой.

Задачи:

- зная матрицу прибыли (полного наполнения водохранилища и безаварийного пропуска половодья) определить оптимальную стратегию, используя разные критерии;
- из полученных стратегий определить наиболее оптимальную.

Различают два вида задач в играх с природой:

Задача о принятии решений в условиях риска, когда известны вероятности, с которыми природа принимает каждое из возможных состояний;

- Задачи о принятии решений в условиях неопределенности, когда нет возможности получить информацию о вероятностях появления состояний природы;

Первый игрок – человек (его интересы), второй игрок – природа (соблюдение ее интересов).

Рассмотрим пример. Пусть интересы 1 игрока заключаются в наполнении водохранилища: в ранний срок начала половодья (A_1), в средний срок (A_2) и в поздний срок (A_3). Пока не наступит половодье мы не знаем, будет она ранняя (B_1), средняя (B_2) или поздняя (B_3). Посчитав прибыль во всех случаях получим матрицу:

	B_1	B_2	B_3
A_1	5	5	7
A_2	3	4	6
A_3	2	4	8

Для принятия решения, есть несколько критериев.

1. Критерий Вальда (максиминный). Игрок рассчитывает, что природа пойдет по наихудшему для него пути, и следует выбрать вариант с максимальной прибылью при самом плохом исходе, поэтому данный критерий считается пессимистическим.

Max[min (i)]

При данном критерии:

для A_1 минимальной прибылью (5) выльются действия природы B_1 и B_2

для A_2 минимальная прибыль 3 после действия B_1

для A_3 минимальная прибыль 2 после действия B_1

	B_1	B_2	B_3
A_1	5	5	7
A_2	3	4	6
A_3	2	4	8

Таким образом из 5, 3 и 2 максимум прибыли (5) нам даст вариант A_1

2. Критерий максимума (максимаксный) является оптимистическим, т.е. мы надеемся самый благоприятный для нас исход.

Max[max(i)].

	B_1	B_2	B_3
A_1	5	5	7
A_2	3	4	6
A_3	2	4	8

для A_1 максимальная прибыль 7

для A_2 максимальная прибыль 6

для A_3 максимальная прибыль 8

Из 7, 6 и 8 максимальную прибыль принесет вариант A_3

3. Критерий Гурвица рекомендует стратегию, определяемую по формуле

$$\max (A * \max i + (1-A) * \min i),$$

где A — степень оптимизма и изменяется в пределах от 0 до 1. Критерий выдает результат, учитывающий возможность как наихудшего, так и наилучшего поведения природы. При $A=1$ данный критерий можно заменить критерием максимума, а при $A=0$ — критерием Вальда. Величина A зависит от степени ответственности 1-ого игрока: чем больше ответственность, тем ближе A к единице. Для данного примера примем $A=0,4$.

	B_1	B_2	B_3
A_1	5	5	7
A_2	3	4	6
A_3	2	4	8

для A_1 прибыль равна $0,4*7 + 0,6*5 = 5,8$

для A_2 прибыль равна $0,4*6 + 0,6*3 = 4,2$

для A_3 прибыль равна $0,4*8 + 0,6*2 = 4,4$

Из полученных ответов максимальную прибыль приносит действие A_1

4. Критерий Сэвиджа (минимаксный). Суть его заключается в выборе стратегии, не допускающей слишком высоких потерь. Для этого используется матрица рисков, в которой вычисляется максимальная прибыль при каждом варианте действия игрока, и среди результатов выбирается наименьший.

$$\min [\max(i)]$$

При данном критерии:

	B_1	B_2	B_3
A_1	5	5	7
A_2	3	4	6
A_3	2	4	8

для A_1 максимальная прибыль (7) при действии природы B_3

для A_2 максимальная прибыль 6 после действия B_3

для A_3 максимальная прибыль 8 после действия B_3

Таким образом из 7, 6 и 8 минимум прибыли (6) нам даст вариант A_2

5. По критерию Байеса предлагается придать равные вероятности всем рассматриваемым стратегиям, после чего принять ту, при которой ожидаемый выигрыш окажется наибольшим. Критерий имеет один недостаток: не всегда можно определить вероятность того или иного события со стороны природы. $\max(\sum q^*i)$.

Сначала мы положили вероятность наступления каждого из событий природы равной 0,33, и получили

для A_1 $5*0,33 + 5*0,33 + 7*0,33 = 5,61$

для A_2 $3*0,33 + 4*0,33 + 6*0,33 = 4,29$

для A_3 $2*0,33 + 4*0,33 + 8*0,33 = 7,63$

Очевидно что максимальную прибыль мы получим от варианта A_3 . Однако, обратившись к экспертам, мы получили вероятности событий для природы 0,5; 0,4; 0,1; соответственно. Таким образом

для A_1 $5*0,5 + 5*0,4 + 7*0,1 = 5,2$

для A_2 $3*0,5 + 4*0,4 + 6*0,1 = 3,7$

для A_3 $2*0,5 + 4*0,4 + 8*0,1 = 3,4$

Максимальная прибыль получается для варианта A_1

Основная задача состоит в том, чтобы найти оптимальные (или хотя бы рациональные) стратегии, наилучшим образом приводящие систему к цели при заданных внешних условиях. Для выбора стратегий в условиях неопределенности можно применять любые критерии, **в условиях риска действеннее критерий Байеса**. Однако выбор между самими критериями основывается обычно на интуиции, зависит от характера принимающего решение (в частности, склонности к риску).

Принимая решение в условиях неопределенности, лучше использовать несколько критериев. В том случае, если рекомендации совпадают, можно с уверенностью выбирать наилучшее решение. Если рекомендации противоречивы, решение надо принимать более взвешенно, с учетом сильных и слабых сторон.

Вопросы для текущей успеваемости (устный опрос):

Лекция №1 Формирование объемов стока

- Какие природные факторы влияют на объем стока рек. Как они влияют на внутригодовое распределение стока
- Какие антропогенные факторы влияют на объем стока рек. Как они влияют на внутригодовое распределение стока
- Методология agile для управления проектами, в области использования водных ресурсов
- Принципы agile
- Идеи agile

Лекция №2 Формирование качества воды

- От чего зависит объем загрязняющих веществ, поступающий с с/х земель.
- Какие ландшафтные мероприятия позволяют снизить потоки веществ.
- Методология agile
- Достоинства и недостатки методологии agile
- Основные методы agile: Kanban, Scrum

Лекция №3 Виды регулирования стока и условия их применения

- Какой вид регулирования стока применяется на ручьях.
- Риски регулирования ручьев для природы
- Баз данных о водных ресурсах: назначение, рассматриваемые вопросы, использование
- Базы данных о водных ресурсах (в среде excel): принципы создания

Лекция №4 Процессы самоочищения воды.

- Что такое самоочищение воды.
- Как повысить самоочищение воды за счет поглощения загрязнений водной растительностью.

Лекция №5 Процессы самоочищения водных объектов

- Что такое самоочищение водного объекта.
- Как влияет водохранилище на самоочищение водного объекта.
- Технологии Интернет вещей применяемые в водном хозяйстве
- Что входит в понятие Интернета вещей?

Лекция 6 Процессы эвтрофирования водных объектов

- Что такое эвтрофирование водных объектов.
- Как можно управлять процессом эвтрофирования.

Лекция 7 Принципы водопользования (оптимальности, преломления действия фактора, внезапного усиления патогенности, дублирования, эйфории первых успехов. Их учет в водопользовании.

- Сформулируйте закон оптимальности, преломления действия фактора, внезапного усиления патогенности, дублирования, эйфории первых успехов
- Риски нарушения законов в водохозяйственной практике.

Лекция 8 Способы определения качества естественного фона. Метод восстановления естественного стока из фактического стока.

- Как определить целевое качество воды в реке, при разработке водоохраных мероприятий
- Что такое экологическое ПДК.

Лекция 9 Управление условиями формирования стока на водосборе

- В чем заключаются ландшафтные мелиоративные мероприятия
- Роль гео-экологических барьеров в управлении водными ресурсами.

Лекция 10 Влияние природных факторов

- Что такое дисперсионный анализ.
- Этапы планирования эксперимента по оценке влияния природного фактора на качество воды

Лекция 11 Влияние антропогенных факторов

- Отличие прогностической модели от имитационной.
- Какие модели используются для оценки влияния хозяйственной деятельности на качество природных вод.

Лекция 12 Детерминированные способы: анализ размерностей, физические методы, основанные на теоретическом выводе уравнений.

- Достоинства метода анализа размерности.
- Условия применимости метода.

Лекция 13 Вероятностные способы: статистические, марковские процессы. Использование теории случайных процессов для получения детерминированных зависимостей

- В чем суть метода марковских цепей.
- Какой вид цепей Маркова применяется в водохозяйственной практике.

Лекция 14 Прогноз объемов стока. Способ обоснования мероприятий по регулированию стока обобщенным методом.

- В чем заключается обобщенный метод составления водохозяйственного баланса.
- Условия применения вероятностного метода для прогноза стока реки.

Лекция 15. Основные положения и решаемые задачи с использованием теории «Игры с природой»

- В чем суть теории «Игры с природой».
- Какие задачи решаются с помощью данной теории.

Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)

1. Природные факторы, влияющие на объемы стока (залесенность, заболоченность). Способ оценки их влияния.

2. Влияние осадков и суммарного испарения на внутригодовое изменение стока. Способ оценки их влияния.
3. Оценка вклада антропогенных источников в загрязнение реки и их влияние на качество воды.
4. Природные факторы влияющие на качество воды.
5. Определение объемов экологического стока (метод Фащевского и универсальный метод – анализ из применимости).
6. Регулирование стока для целей орошения и оценка риска природе.
7. Регулирование стока для целей гидроэнергетики и оценка риска природе.
8. Обоснование параметров водопользования для ирригационно-энергетических целей.
9. Процессы самоочищения воды. Планирование эксперимента по оценке самоочищения воды.
10. Оценка эффективности самоочищением воды. Способы управления самоочищением воды
11. Процессы самоочищения водных объектов и способы управления ими.
12. Влияние водохранилищ на самоочищение воды в верхнем и нижнем бьефах.
13. Процессы эвтрофирования водных объектов. Риски хозяйственной деятельности.
14. Оценка эффективности управления эвтрофированием водных объектов.
15. Принцип оптимальности и его учет в водохозяйственной практике.
16. Принцип преломления действия фактора и его учет в водохозяйственной практике.
17. Принцип усиления патогенности и риски водохозяйственной деятельности.
18. Принцип дублирования и риски водохозяйственной деятельности.
19. Принцип эйфории первых успехов и его учет в оценке водоохранной деятельности.
20. Оценка эффективности создания берегового биоплато.
21. Способы определения качества естественного фона.
22. Прогноз качества и количества естественного стока.
23. Управление условиями формирования стока на водосборе.
24. Оценка влияния сельскохозяйственных угодий (богарных, мелиорируемых) на поверхностный и подземный сток.
25. Влияние природных факторов на качество и количество стока
26. Влияние антропогенных факторов на качество и количество стока
27. Прогноз изменения качества воды на участке реки
28. Имитационное моделирование в обосновании водоохранных мероприятий.
29. Детерминированные способы: анализ размерностей, физические методы, основанные на теоретическом выводе уравнений.
30. Детерминированные способы: анализ размерностей.
31. Детерминированные способы: физические методы, основанные на теоретическом выводе уравнений.
32. Способы оценки влияния источников загрязнения на качество воды в реке
33. Вероятностные способы: статистические.

34. Вероятностные способы: стохастические (марковские процессы).
35. Использование теории случайных процессов для получения детерминированных зависимостей
36. Вероятностный прогноз загрязнения воды в реке
37. Способ обоснования мероприятий по регулированию стока обобщенным методом.
38. Прогноз объемов стока с помощью теории Марковской цепи
39. Основные положения и решаемые задачи с использованием теории «Игры с природой»
40. Выбор наилучшей стратегии пропуска половодья и наполнения водохранилища способом игры с природой, используя разные критерии.

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.

В основу традиционной системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование оценки студента осуществляется в ходе промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний.

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов на экзамене должны быть представлены критерии выставления оценок по четырех-балльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценки знаний студентов при устном опросе

Оценка «отлично». Обучающийся полно излагает материал, даёт правильное определение основных понятий. Он обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике. Обучающийся приводит примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные. Материал излагается последовательно и правильно.

Оценка «хорошо». Обучающийся даёт ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно». Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил. Он не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и приводить свои примеры.

Оценка «неудовлетворительно». Обучающийся не может дать ответа на вопросы или совсем отказался от ответа. Он даёт неверные, содержащие фактические ошибки ответы на все вопросы. Обучающийся не смог ответить на дополнительные и уточняющие вопросы.

Также при оценивании устного опроса учитываются полнота и правильность ответа, степень осознанности, понимания изученного и языковое оформление ответа.

Критерии оценивания типовых задач

Таблица 7а

Оценка/ сформированные компетенции	Критерии оценивания
Высокий уровень/ зачет	Все типовые задачи выполнены без ошибок и недочетов. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень /зачет	Типовые задачи выполнены полностью. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень/ зачет	Типовые задачи выполнены частично. Частично сформированы умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень/ незачет	Правильно выполнены менее половины типовых задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Критерии оценивания промежуточной успеваемости в форме тестирования

При тестировании студентов используется система оценивания «зачет», «незачет». При правильном ответе на тестовые задания в объеме 60% и более ставиться «зачет», а в случае правильного ответа на задание - менее 60% ставиться «незачет».

Таблица 7б

Шкала оценивания	Зачет
имеется более 60% правильных ответов теста	зачёт
имеется менее 60% правильных ответов теста	незачёт

Критерии оценивания расчетно-графической работы

Таблица 7в

Оценка/ сформированые компетенции	Критерии оценивания
Высокий уровень/зачет	Все типовые задачи выполнены без ошибок и недочетов. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень /зачет	Типовые задачи выполнены полностью. Сформированы все умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень/ зачет	Типовые задачи выполнены частично. Частично сформированы умения и навыки решения практических задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень/ незачет	Правильно выполнены менее половины типовых задач. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Таблица 8

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » 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.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » 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.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Водохозяйственные системы и водопользование / А.М. Бакштанин [и др.]. – М.: ИНФРА-М, 2019. – 452 с.

2. Особенности методологии комплексного водопользования: монография / В. Н. Маркин, Л.Д. Раткович, И.В. Глазунова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. — 117 с. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/396.pdf>.

3. Водохозяйственная система с территориально-временным регулированием стока / Л.Д. Раткович, И.В. Глазунова, С.А. Соколова, В.Н. Маркин. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2020. – 70 с. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s09032022VodohozSist.pdf>

4. Шабанов, Виталий Владимирович. Методика экологово-водохозяйственной оценки водных объектов: монография / В.В. Шабанов, В.Н. Маркин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва), Институт природообустройства им. А. Н. Костякова. – Электрон. текстовые дан. – Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. – 162 с. – Коллекция: Монографии. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/2568.pdf>

7.2 Дополнительная литература

1. Рациональное водопользование / И.В. Глазунова, В.Н. Маркин, С.А. Соколова, Л.Д. Раткович. – Курск: Закрытое акционерное общество "Универси-

2. Вопросы рационального использования водных ресурсов и проектного обоснования водохозяйственных систем: монография / Л.Д. Раткович, В. Н. Маркин, И.В. Глазунова; Московский государственный университет природообустройства. – Электрон. текстовые дан. – М.: МГУП, 2013. – 258 с.: рис., табл. – Коллекция: Монографии. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/pr06.pdf>

3. ВОДА или НЕФТЬ? Создание Единой Водохозяйственной Системы: научное издание / Д. В. Козлов [и др.]; ред. Д. В. Козлов. - Москва: БИМПА, 2008. - 455 с.

4. Клёпов, Владимир Ильич. Управление водохранилищами: учебно-методическое пособие / В. И. Клёпов; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Электрон. текстовые дан. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2020. – 126 с.: цв.ил., табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/s20210202.pdf>.

5. Вершинская, Маргарита Евгеньевна. Эколого-водохозяйственная оценка водных систем: монография / М. Е. Вершинская, В. В. Шабанов, В. Н. Маркин; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва), Институт природообустройства им. А. Н. Костякова. – Электрон. текстовые дан. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – 148 с. – Коллекция: Монографии. – Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/4079.pdf>

6. Раткович Л. Д. Использование компьютерных технологий для управления и комплексного использования водных ресурсов: Учебное пособие / Л. Д. Раткович, В. Н. Маркин. – М.: МГУП, 2003. - 78 с.

В т.ч. периодические издания

- Научный журнал "Природообустройство"
<http://old.timacad.ru/deyatel/izdat/priroda/>
 - Научный журнал «Биосфера» <http://21bs.ru/index.php/bio>
 - Вестник экологического образования в России
<https://elibrary.ru/contents.asp?id=34535081>
 - Вода и экология: проблемы и решения <http://wemag.ru>

7.3 Нормативные правовые акты

1. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 08.08.2024) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).

2.3. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 08.08.2024) Об охране окружающей среды (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).

3. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

4.5. ГН 2.15.1316-03. Ориентировочно допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-

бытового водопользования. Гигиенические нормативы. Утверждены и введены в действие постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 30.04.2003 г.

5. СанПин 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны (ЗСО) источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.

6. СанПин 2.2./2.1.1-1200-03. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

7. Перечень рыбохозяйственных нормативов от 28.04.99 № 96.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Основы научных исследований и изобретательства : учебное пособие / И. Б. Рыжков. - 3-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург : Лань, 2019. - 222 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - 1 экз.

2. Обоснование и разработка водохозяйственных и водоохранных 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. — Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/3169.pdf>.

3. Обоснование и разработка водохозяйственных и водоохранных мероприятий в речном бассейне: [Электронный ресурс] : 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. - Систем. требования: Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/full/3169.pdf>

4. Оценка изменения концентраций загрязняющих веществ по длине реки: учебное пособие / И.В. Глазунова, С.А. Соколова, Т.И. Матвеева [и др.]. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Мегаполис", 2021. – 87 с. – URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s09032022sokolova1.pdf>

5. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» [Электронный ресурс] <https://digital.gov.ru/uploaded/files/07102019npt.pdf>

6. Параскевов А.В. Большие данные: учебное пособие / А.В. Параскевов. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – с. 35.

7. Цифровые технологии в российской экономике / К.О. Вишневский, Л.М. Гохберг, В.В. Дементьев и др.; под ред. Л.М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2021. – 116 с.

8. Никола М. Трендов, Самуэль Варас и Мэн Цзэн. Цифровые технологии на службе сельского хозяйства и сельских районов: Справочный документ / Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций, Рим, 2019. - С. 26.

9. Демкин, В. И. Искусственный интеллект в робототехнике / В.И. Демкин, Д.К. Луков // Вестник современных исследований. – 2018. - № 6.3 (21). – С.

456-458. - <https://elibrary.ru/item.asp?id=35339939>

10. Боровская, Е. В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е. В. Боровская, Н. А. Давыдова. 4-е изд., электрон. - М. : Лаборатория знаний, 2020. 130 с.

11. Росляков, А.В. Интернет вещей: учебное пособие / А.В. Росляков, С.В. Ваняшин, А.Ю. Гребешков. – Самара: ПГУТИ, 2015. – 200 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

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 (Open Access) <https://cyberleninka.ru>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (свободный доступ).

2. Справочная правовая система «Гарант» (свободный доступ).

Таблица 9

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Все разделы курса	MS EXCEL профессиональная версия	Расчетные	MICROSOFT	2010 и позднее
2		MS WORD			
3		POWER POINT			

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Научные основы 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 «Научные основы 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.

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс».

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 7

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
29/104			<ul style="list-style-type: none">1. Стенд-тренажер-Технология монтажа сантехнического оборудования и трубопроводов;2. Стенд "Автоматизация в водоснабжении и водоот-ведении" УП5090;3. Лабораторный комплекс «Очистка сточных вод»;4. Стенд “Система водоподготовки: коагуляция и флокуляция” НТЦ-11.75;5. Комплект учебно-лабораторного оборудования "Изучение конструкции и принципов работы теплообменных аппаратов";6. Стенд – Автоматизированный тепловой пункт;7. Стенд – Тепловой насос класса водо-вода;8. Стенд – Устройство, работа и учет в системах отопления здания;9. Стенд – Датчики расхода, давления и температуры в системе ЖКХ;10. Модель кольцевой водопроводной сети11. Установка для обработки воды.
Библиотека имени Н.И. Железнова, Лист-			

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Цель методических рекомендаций – научить студента эффективным приемам работы, помочь перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем.

Задачи методических рекомендаций.

Научить студента:

- рациональным приемам работы при изучении материала и подготовке и к сдаче экзаменов;
- эффективно использовать консультации преподавателя;
- применять критерии оценки самооценки при изучении материала;
- результативно работать с литературой;

Основными формами обучения студентов являются лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная работа, и консультации.

Общие правила и приемы конспектирования лекций

1. Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей.

2. Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки.

3. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.

4. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

5. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

6. Прослушанную лекцию необходимо незамедлительно проработать, что значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

Методические рекомендации по работе с литературой

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины «Основы научной и инновационной деятельности», определяется программой курса и другими методическими рекомендациями.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные и методические пособия, научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения, установленными рабочей программой и требованиями дидактики.

При работе с литературой рекомендуется:

- медленно прочитать текст, стараясь понять смысл изложенного;
- выделить ключевые слова в тексте;
- постараться понять основные идеи, подтекст и общий замысел автора.
- не терять из вида общий контекст и не погружаться чрезмерно в детали.
- провести критический разбор текста с последующим конспектированием.
- ответить после прочтения на вопросы, подготовленные к тексту.

Немаловажную роль играют записи, сделанные в процессе чтения материала. Они являются серьезным подспорьем в подготовке к экзаменам, т.к. позволяют включать глубинную память и воспроизводить содержание ранее прочитанной книги.

Существует три основных способа записи:

а) запись интересных, важных для запоминания или последующего использования положений и фактов;

б) последовательная запись мыслей автора, по разделам, главам, параграфам книги. Такая запись требует творческой переработки прочитанного, что способствует прочному усвоению содержания книги;

в) краткое изложение прочитанного: содержание страниц укладывается в несколько фраз, содержание глав - в несколько страниц связного текста. Этот вид записи проще, ближе к первоисточнику, но при этом творческая мысль читателя пассивнее, а поэтому усвоение материала слабее

Важной составляющей научного издания является список литературы, на которую ссылается автор. При возникновении интереса к какой-то обсуждаемой в тексте проблеме всегда есть возможность обратиться к этому списку.

Консультации являются эффективными формами обучения. Они используются для оказания помощи студентам при подготовке к текущей и итоговой аттестации, лекциям, практическим и лабораторным занятиям, а также индивидуальной работы преподавателя со студентами, желающими углубленно изучить материал.

Основные рекомендации для организации самостоятельной работы:

- перед изучением новой темы пройдите «входной контроль», что позволит выявить и устраниить пробелы в знаниях;

- при ознакомлении с новым разделом материала определите на решение, каких задач он направлен в теоретическом и практическом плане, на какие профессиональные компетентности обращен, с какими разделами предыдущего материала связан;

- систематически прорабатывайте материал аудиторных занятий (по конспектам учебной и научной литературе), выполняйте домашние задания, расчетно-графические работы и упражнения, готовьте доклады для выступлений на семинарах и практических занятиях, тематических дискуссиях и деловых играх;

- регулярно проводите текущий самоконтроль пройденного материала, применяя для этого вопросы и тесты;

- используйте консультации преподавателя для получения разъяснений по сложным разделам материала и текущего контроля знаний;

- используйте кафедральные методические указания по выполнению самостоятельных домашних заданий, расчетно-графических работ и упражнений;

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан ознакомиться с теоретическим материалом по теме пропущенного занятия; предварительно выполнив пропущенный расчет, прийти на консультацию к преподавателю для проверки правильности выполненного расчета.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

1. Лекции

Используются следующие методы, средства и формы обучения:

1. *Методы обучения.* В процессе чтения лекции необходимо привлекать студентов активно принимать участие в усвоении и понимания материала, задавая вопросы и комментируя ответы студентов.

a) *по характеру познавательной деятельности:*

- репродуктивный,
- проблемный.

б) *по источнику знаний:*

- словесный,
- наглядный (схемы, рисунки, модели, презентации).

Контроль усвоения осуществляется путем проведения зачета.

2.Практические занятия

Практические занятия должны помочь студентам грамотно подробно разобраться с проблемами химии и микробиологии воды, а также закрепить лекционный материал на практике.

Практические занятия должны помочь студентам грамотно рассчитать качественные и количественные показатели качества воды, определить виды реакций, являющихся основой применяемых реагентных методов очистки, выбрать метод очистки воды до требуемых нормативов, используя знания, полученные на лекциях, а также на предыдущих курсах

На занятиях преподаватель со студентами подробно рассматривают отдельные вопросы химии и микробиологии воды.

Контроль усвоения осуществляется путем проведения тестирования.

Программу разработал (и):

Кадысева А.А., д.б.н., доцент



(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины
Б1.О.12 «Основы научной и инновационной деятельности»
ОПОП ВО по направлению
20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность
«Цифровизация инженерных систем в АПК»
(квалификация выпускника – магистр)

Хановом Нартмиром Владимировичем, профессором кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Научные основы водопользования» ОПОП ВО по направлению 20.04.02 – «Природообустройство и водопользование», направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК» (квалификация выпускника – магистр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения (разработчик – Кадысева А.А., д.б.н., доцент)

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Научные основы водопользования» (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 базовой 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 «Научные основы водопользования» закреплено **2 компетенции**. Дисциплина «Научные основы водопользования» 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 «Научные основы водопользования» составляет 4 зачётных единицы (144 часов/из них практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Научные основы водопользования» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.04.02 Природообустройство и водопользование и возможность дублирования в содержа-

ний отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, в том числе сквозных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Научные основы водопользования» предполагает 12 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, работа над домашним заданием) и аудиторных заданиях, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой 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 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, периодическими изданиями – 4 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 20.04.02 Природообустройство и водопользование

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Научные основы водопользования» и обеспечивает использование современных образовательных, 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 «Научные основы водопользования».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Научные основы водопользования» ОПОП ВО по направлению 20.04.02 – «Природообустройство и водопользование», направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК» (квалификация магистр), разработанная Кадысевой А.А., д.б.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 кафедры гидротехнических сооружений ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»,
доктор технических наук.

(подпись)



«26» 08 2025г.