

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: 07/02/2024 16:13:10

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 сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и  
насосных станции

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института мелиорации,  
водного хозяйства и строительства

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

Д.М. Бенин

20/02/2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.2.1 Переходные процессы в системах водоподачи**

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 20.04.02 «Природообустройство и водопользование»

Направленность: Цифровизация инженерных систем в АПК

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2023 г.

Москва, 2023

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



«28» 08 2023г.

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



«28» 08 2023г.

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 № 1 от «28» 08 2023г.

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



«28» 08 2023г.

**Согласовано:**

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

Ивахненко Н.Н., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Протокол №1



«28» 08 2023г.

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

Али М.С., к.т.н., доцент «28» 08 2023г.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



Отдел комплектования ЦНБ



Ермилова Л.В.

## 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 .....	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	10
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	13
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	22
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	22
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	23
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	23
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	23
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО- ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	23
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ).....	24
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ) .....	25
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	27
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	28

**АННОТАЦИЯ**  
**рабочей программы учебной дисциплины**  
**Б1.В.2.1 Переходные процессы в системах водоподдачи**  
**для подготовки магистра по направлению**  
**20.04.02 – Природообустройство и водопользование**  
**Направленность: Цифровизация инженерных систем в АПК**

**Цель освоения дисциплины:** освоения дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи»: изучение достижений и подходов в сфере численных методов и компьютерного моделирования неустановившегося движения воды (гидравлического удара) в напорных водоводах насосных станций систем водоснабжения.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в формируемую участниками образовательных отношений часть учебного плана по направлению подготовки природообустройство и водопользование.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-5.1

**Краткое содержание дисциплины:** Основы теории гидравлического удара; Аналитические и графические методы расчета переходных процессов; Метод характеристик; Переменные параметры в нестационарном потоке; Граничные условия, определяемые насосами; Методы борьбы с гидравлическим ударом.

**Общая трудоемкость дисциплины /в т.ч. практическая подготовка:**  
108 час. / 3 зач. ед.

**Промежуточный контроль:** Зачет

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» является изучение достижений и подходов в сфере численных методов и компьютерного моделирования неустановившегося движения воды (гидравлического удара) в напорных водоводах насосных станций систем водоснабжения.

В результате изучения дисциплины будущий магистр должен быть подготовлен к практической реализации полученных знаний, использовать их при проектировании и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения с применением новейших технологий и быть способным к самообучению.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Переходные процессы в системах водоподдачи» относится к формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1. дисциплины учебного плана. Дисциплина «Переходные процессы в системах водоподдачи» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Переходные процессы в системах водоподдачи» являются «Математическое моделирование процессов», «Инновационные технологии строительства трубопроводов и подземных сооружений», «Оборудование систем водоснабжения и водоотведения».

Дисциплина «Переходные процессы в системах водоподдачи» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена.

Особенностью дисциплины является получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя различные средства и методы, интерпретировать полученные данные для формирования суждений по профессиональным и социальным проблемам, а также стремиться соответствовать установленным стандартам или превосходить их.

Рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» 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.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

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-4	Способен к организации и координации работы проектного подразделения, контроля сроков и качества разработки проектных решений.	ПКос-4.1 Знания содержания работы проектного подразделения.	выполнение числового примера по проектированию систем водоснабжения и водоотведения.	выбирать системы водоснабжения и водоотведения, проектировать основные сооружения систем водоснабжения и водоотведения, осуществлять эксплуатацию сооружений и систем водоснабжения и водоо	вопросами проектирования, строительства и эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения.
			ПКос-4.2 Умение использовать знания содержания работы проектного подразделения для организации и координации его работы, контроля сроков и качества разработки проектных решений.	основные методы и методики решения задач в области инженерных систем водоснабжения и водоотведения	анализировать типовые проекты в области инженерных систем водоснабжения и водоотведения	навыком выбора типовых проектов, соответствующих объекту строительства систем водоснабжения и водоотведения
2.	ПКос-5	Способен к проведению исследований процессов функционирования природно - техногенных систем для совершенствования технологий с целью повышения эффективности их работы и обеспечения выполнения требований экологической безопасности.	ПКос-5.1 Знания и владение методами исследований систем.	представления о науке и технике как о социально-культурных феноменах и специальных видах познавательной и креативной деятельности людей;	применять методы математического моделирования при исследовании природных процессов.	методами исследования природных объектов и трансформации их функционирования при вмешательстве человека

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
		№ 4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>54,25</b>	<b>54,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>54,25</b>	<b>54,25</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	18	18
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	18	18
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	18	18
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>53,75</b>	<b>53,75</b>
<i>расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)</i>	20	20
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям.)</i>	24,75	24,75
<i>Подготовка к зачету</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачёт	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1. Основы теории гидравлического удара</b>	24	4	4	4		12
<b>Раздел 2. Основные причины возникновения переходных процессов</b>	22	4	4	4		10
<b>Раздел 3. Метод расчета переходных процессов</b>	28	6	6	6		10
<b>Раздел 4. Методы борьбы с гидравлическим ударом</b>	24,75	4	4	4		12,75
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25				0,25	
Подготовка к зачету	9					9
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>0,25</b>	<b>53,75</b>

## Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1. Основы теории гидравлического удара

#### *Тема 1.1. Описание явления гидравлического удара*

-Движение несжимаемой жидкости в жесткой трубе; Внезапное открытие клапана на нижнем конце трубопровода; Медленное закрытие клапана; Движение сжимаемой жидкости в упругой трубе; Мгновенное закрытие клапана; Разрыв колонны жидкости;

#### *Тема 1.2. Особенности явления гидравлического удара*

Расчет неустановившегося процесса, вызванного полным мгновенным закрытием клапана на конце простого трубопровода; Повышение давления, вызванное мгновенным закрытием клапана; Внезапное закрытие клапана.

### Раздел 2. Основные причины возникновения переходных процессов

#### *Тема 2.1. Изменение режим работы насосных агрегатов*

Одновременное отключение параллельно работающих насосных агрегатов; Отключение одного из нескольких параллельно работающих насосов; Пуск насосных агрегатов.

#### *Тема 2.2. Изменение режим работы трубопроводной сите*

Отключение и включение дождевальных машин на оросительных системах производится с помощью закрытия и открытия запорной арматуры, установленной на гидрантах

### Раздел 3. Метод расчета переходных процессов

*Тема 3.1. Аналитические и графические методы расчета переходных процессов.*

Аналитические методы; Ступенчатое закрытие клапана за интервалы времени, равные фазе удара; Цепные уравнения Аллиеви; Графический метод Шнидера—Бержерона; Граничные условия при графическом методе; Насосы Четырехквadrантный режим работы насоса; Уравнительные резервуары; Типы уравнительных резервуаров; Анализ нестационарных процессов в уравнительных резервуарах; Пневматические уравнительные резервуары, или воздушные колпаки; Граничные условия, определяемые насосами

#### *Тема 3.2 . Метод характеристик расчета переходных процессов.*

Приведение уравнений гидравлического удара к характеристической форме; Уравнения гидравлического удара в характеристической форме; Зона влияния и область зависимости; Невозмущенная зона; Интегрирование характеристических уравнений; Метод характеристик с регулярной прямоугольной сеткой; Другие конечно-разностные методы; Переменные параметры в нестационарном потоке

## Раздел 4. Методы борьбы с гидравлическим ударом

### Тема 4.1. Средства, предназначенные для сброса воды.

Средства, предназначенные для сброса воды; (Неограниченный сброс воды, Ограниченный сброс воды через насосы); Сброс воды через специальные устройства;

Тема 4.2. Средства, предназначенные для уменьшения скоростей движения воды

Уменьшение фазы удара; Увеличение времени остановки жидкости; Уравнительные баки; Гидроаккумуляторы гасящие ударную волну; Предохранительные клапаны.

## 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

### Содержание лекций практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>Раздел 1. Основы теории гидравлического удара</b>					
1	Тема 1.1. Описание явления гидравлического удара	Лекция № 1. Фазы развития гидроудара.	ПКос-5.1		2
		Практическая работа № 1,2. Описание явления гидравлического удара;	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	4
2	Тема 1.2. Особенности явления гидравлического удара	Лекция № 2. Особенности явления гидроудара	ПКос-5.1		2
		Лабораторная работа № 1,2. Виды гидравлических ударов	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	4
<b>Раздел 2. Основные причины возникновения переходных процессов</b>					
4	Тема 2.1. Изменение режим работы насосных агрегатов	Лекция № 3,4. Пуск и отключение насосов	ПКос-5.1		4
		Практическая работа № 3,4. Изменение режим работы насосной станции	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	4
5	Тема 2.2. Изменение режим работы трубопроводной сите	Лабораторная работа № 3,4. Изменение режим работы запорной арматуры	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	4
<b>Раздел 3. Метод расчета переходных процессов</b>					
8	Тема 3.1. Аналитические и гра-	Лекция № 5,6,7. Расчёт повышения давления при	ПКос-5.1		6

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<i>фические методы расчета переходных процессов.</i>	гидроударе. Формула Жуковского			
		Практическая работа № 5,6,7. Графический метод Шнидера— Бержерона; 2.4. Цепные уравнения Аллиеви	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	6
9	<i>Тема 3.2 . Метод характеристик расчета переходных процессов.</i>	Лабораторная работа № 5,6,7. Приведение уравнений гидравлического удара к характеристической форме	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	6
<b>Раздел 4. Методы борьбы с гидравлическим ударом</b>					
10	<i>Тема 4.1. Средства, предназначенные для сброса воды.</i>	Лекция № 8,9,. Мероприятия по предотвращению недопустимого повышения давления при переходных процессах.	ПКос-5.1		4
		Практическая работа № 8. Неограниченный, и ограниченный сброс воды через насосы	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	2
11	<i>Тема 4.2 . Средства, предназначенные для уменьшения скоростей движения воды</i>	Практическая работа № 9 Водовоздушные резервуары.	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	2
		Лабораторная работа № 8 Аэрационные клапаны	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	2
		Лабораторная работа № 9 Устройства для выпуска воды.	ПКос-4.1; ПКос-4.2;	Опрос / дискуссия; Тестирование	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Основы теории гидравлического удара</b>		
1	<i>Тема 1.1. Описание явления гидравлического удара</i>	-Движение несжимаемой жидкости в жесткой трубе; - Внезапное открытие клапана на нижнем конце трубопровода; -Расчет неустановившегося процесса, вызванного полным мгновенным закрытием клапана на конце простого трубопровода; <i>(Реализуемые компетенции ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-5.1)</i>
2	<i>Тема 1.2. Особенности явления гидравлического</i>	-Изменение скорости волны; -Газовыделение изменение скорости волны с учетом газовыделения; -Использование уравнения волны с переменной скоростью;

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	удара	-Расчет содержания свободных пузырьков; (Реализуемые компетенции ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-5.1)
<b>Раздел 2. Основные причины возникновения переходных процессов</b>		
10	Тема 2.1. Изменение режим работы насосных агрегатов	- Коэффициент полезного действия насоса; -Пуск насоса; -Остановка насоса; -Граничное условие, определяемое трубопроводом с насосом (Реализуемые компетенции ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-5.1)
12	Тема 2.2. Изменение режим работы трубопровод-ной сите	- Нормы водоотведения бытовых сточных вод - Нормы водоотведения для различных отраслей промышленности. (Реализуемые компетенции ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-5.1)
<b>Раздел 3. Метод расчета переходных процессов</b>		
13	Тема 3.1. Аналитические и графические методы расчета переходных процессов.	-Аналитические методы; Ступенчатое закрытие клапана за интервалы времени, равные фазе удара; -Цепные уравнения Аллиеви; -Графический метод Шнидера—Бержерона; -Граничные условия при графическом методе; (Реализуемые компетенции ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-5.1)
14	Тема 3.2. Метод характеристик расчета переходных процессов.	-Уравнения гидравлического удара в характеристической форме; - Зона влияния и область зависимости; -Невозмущенная зона; -Интегрирование характеристических уравнений; (Реализуемые компетенции ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-5.1)
<b>Раздел 4. Методы борьбы с гидравлическим ударом</b>		
15	Тема 4.1. Средства, предназначенные для сброса воды.	-Средства, предназначенные для сброса воды; - Неограниченный сброс воды, Ограниченный сброс воды через насосы; -Сброс воды через специальные устройства; (Реализуемые компетенции ПКос-4.1; ПКос-4.2)
16	Тема 4.2. Средства, предназначенные для уменьшения скоростей движения воды	-Средства, предназначенные для уменьшения скоростей движения воды. (Реализуемые компетенции ПКос-4.1, ПКос-5.1)

## 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	Аналитические и графические методы расчета переходных процессов.	Л	Проблемная лекция
2	Виды гидравлических ударов	ПЗ	Групповое обсуждение, дискуссия
3	Расчёт параметров гидравлического удара	Л	Метод презентации лекционного материала.
5	средства защиты от гидравлического удара	ПЗ	Групповое обсуждение, дискуссия
6	Методы борьбы с гидравлическим ударом	Л	Метод презентации лекционного материала

### 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

##### 1. Примерная тематика РГР

1. Определить повышение давления, возникающее при внезапном закрытии задвижки на водопроводной трубе, если скорость движения воды (...X... м/с). Скорость распространения ударной волны с принять равной (...N...м/с).

2. Определить минимальное время закрытия задвижки на трубопроводе длиной ( $L=..X.. м$ ) при скорости воды ( $V =...N... м/с$ ), если допустимое повышение давления не должно превышать 0,5 МПа.

3. Определить мгновенное повышение давления в трубе при гидравлическом ударе, если внутренний диаметр ее ( $d=...X...мм$ ), а расход воды ( $Q=...N... м^3/ч$ ). Скорость распространения ударной волны ( $c=...V... м/с$ ).

##### 2. Примеры тестов для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся:

1. Отметьте правильный ответ: Гидравлический удар в трубопроводах возникает при ...

- А) внезапном отключении насоса на трубопроводе
- Б) плавном закрытии задвижки на напорном трубопроводе
- В) переключении насоса с одного трубопровода на другой
- Г) параллельной работе насосов на трубопровод

2. Отметьте правильный ответ: Гидравлический удар — это ...

А) колебательный процесс, возникающий в трубопроводе при внезапном изменении скорости движения жидкости

Б) процесс, происходящий в трубопроводе при постоянной скорости движения жидкости

В) процесс, происходящий в трубопроводе при изменении расхода жидкости

Г) процесс, происходящий в трубопроводе при параллельной работе насосов

3. Отметьте правильный ответ: Впервые гидравлический удар был исследован ...

А) Н. Е. Жуковским

Б) Д. Бернулли

В) И. Бернулли

Г) О. Рейнольдсом

4. Отметьте правильный ответ:  $(\Delta P/\rho \cdot c \cdot v)$  это изменение при гидроударе

А) давления

Б) скорости

В) напора

Г) расхода

5. Отметьте правильный ответ

$$c = \frac{1}{\sqrt{\rho(1/E_0 + d/E_\sigma)}} \quad \text{это}$$

А) скорость распространения ударной волны

Б) скорость движения жидкости в трубопроводе

В) модуль упругости стенок трубопровода

Г) модуль упругости жидкости

6. Прямой гидравлический удар возникает когда ...

А) время закрытия запорного устройства меньше фазы гидроудара

Б) время закрытия запорного устройства больше фазы гидроудара

В) жидкость в трубопроводе движется по линейному закону

Г) стенки трубопровода деформируются

7. Обратный гидравлический удар образуется когда ...

А) время закрытия запорного устройства меньше фазы гидроудара

Б) время закрытия запорного устройства больше фазы гидроудара

В) жидкость в трубопроводе движется по линейному закону

Г) стенки трубопровода деформируются

8. Повышение давления при гидравлическом ударе приводит к ...

А) разрыву трубопроводов

- Б) увеличению расхода жидкости
- В) увеличению скорости жидкости
- Г) уменьшению скорости жидкости

9. Повышение давления при гидравлическом ударе определяется по формуле

а)  $\Delta P_{уд} = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ ;      б)  $\Delta P_{уд} = \rho g h$ ;  
 в)  $\Delta P_{уд} = \rho v_0 c$ ;      г)  $\Delta P_{уд} = \rho v_0^2 c$

10. Скорость распространения ударной волны при абсолютно жестких стенках трубопровода

а)  $c = \frac{1}{\sqrt{\frac{\rho}{K} + \frac{2\rho r}{\delta E}}}$ ;      б)  $c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$ ;  
 в)  $c = \sqrt{\frac{\rho}{K}}$ ;      г)  $c = \sqrt{\frac{K}{\Delta P_{уд}}}$

11. Инкрустация труб это

- а) увеличение шероховатости стенок трубопровода;
- б) отделение частиц вещества от стенок труб;
- в) образование отложений в трубах;
- г) уменьшение прочностных характеристик трубопровода.

12. Ударная волна при гидравлическом ударе это

- а) область, в которой происходит увеличение давления;
- б) область, в которой частицы жидкости ударяются друг о друга;
- в) волна в виде сжатого объема жидкости;
- г) область, в которой жидкость ударяет о стенки трубопровода.

13. Затухание колебаний давления после гидравлического удара происходит за счет

- а) потери энергии жидкости при распространении ударной волны на преодоление сопротивления трубопровода;
- б) потери энергии жидкости на нагрев трубопровода;
- в) потери энергии на деформацию стенок трубопровода;
- г) потерь энергии жидкости на преодоление сил трения и ухода энергии в резервуар.

14. Скорость распространения ударной волны в воде равна

- а) 1116 м/с;
- б) 1230 м/с;

- в) 1435 м/с;
- г) 1534 м/с;

15. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости называется

- а) гидравлическим ударом;
- б) гидравлическим напором;
- с) гидравлическим скачком;
- д) гидравлический прыжок

16. Повышение давления при гидравлическом ударе определяется по формуле

- а) физическое вещество, способное заполнять пустоты;
- б) физическое вещество, способное изменять форму под действием сил;
- с) физическое вещество, способное изменять свой объем;
- д) физическое вещество, способное течь.
- е) правильного ответа нет.

17. Ударная волна при гидравлическом ударе это

- а) область, в которой происходит увеличение давления;
- б) область, в которой частицы жидкости ударяются друг о друга;
- с) волна в виде сжатого объема жидкости;
- д) область, в которой жидкость ударяет о стенки трубопровода.

18. Затухание колебаний давления после гидравлического удара происходит за счет

- а) потери энергии жидкости при распространении ударной волны на преодоление сопротивления трубопровода;
- б) потери энергии жидкости на нагрев трубопровода;
- с) потери энергии на деформацию стенок трубопровода;
- д) потерь энергии жидкости на преодоление сил трения и ухода энергии в резервуар.

### **3. Вопросы дискуссий**

1. Какие трубопроводы называются короткими и длинными, простыми и сложными? В чем особенности гидравлического расчета таких трубопроводов?

2. Изложите методику решения трех типовых задач расчета простого короткого трубопровода.

3. Какова особенность расчета трубопроводов с параллельным соединением линий?

4. Чем отличается определение диаметра магистрального трубопровода и его ответвлений при расчете тупиковой водопроводной сети?

5. Что такое сифон и каковы особенности его гидравлического расчета?

6. В чём заключается преимущество кольцевого трубопровода?

7. Что такое гидравлический удар в трубопроводе.

8. Меры снижения динамической нагрузки при гидравлическом ударе.
9. Чему равна скорость распространения волны гидравлического удара в случае недеформируемых стенок трубопровода ( $E = \square$ ) ?
10. Как надо закрывать задвижку в трубопроводе, чтобы уменьшить давление, возникающее при гидравлическом ударе, — быстро или медленно?
11. Ударное повышение давления больше при прямом или непрямом гидравлическом ударе?
12. Что будет происходить с ударным давлением при увеличении упругости стенок трубопровода?
13. Как будет изменяться ударное давление при увеличении диаметра трубы и сохранении толщины ее стенки?
14. Что такое гидравлический удар и какие силы его вызывают?
15. Что такое ударное давление, от каких факторов и как оно зависит?
16. Какое физическое свойство, не учитываемое в других главах, приходится учитывать при гидравлическом ударе?
17. Каковы меры борьбы с ударом?
18. В чем физическая сущность гидравлического удара?
19. Какие средства предусмотрены для защиты трубопровода от гидроудара?
20. Чему равна скорость распространения волны гидравлического удара в случае недеформируемых стенок трубопровода?
21. Ударное повышение давления больше при прямом или непрямом гидравлическом ударе?
22. Что будет происходить с ударным давлением при увеличении упругости стенок трубопровода?
23. Как будет изменяться ударное давление при увеличении диаметра трубы и сохранении толщины ее стенки?
24. Охарактеризуйте природу гидравлического удара и приведите формулу для определения давления при ударе.
25. Приведите пример полезного использования явления гидравлического удара.
26. Дайте определение явления гидравлического удара.
27. Выведите формулу Н.Е. Жуковского для прямого гидравлического удара.
28. Какой удар называют неполным? Каково условие его возникновения?
29. Объясните принцип понижения ударного давления путем сброса части жидкости из трубопровода.
30. Опишите снижение давления жидкости способом впуска и заземления воздуха в гидравлический тракт.
31. Каковы схема гидравлического тарана и его работа?
32. Каков КПД гидравлического тарана?
33. Почему на трубопроводах установлены вентили? В чем отличие прямоугольного крана от шарового?
34. Физическая сущность и определение гидроудара.
35. Факторы, влияющие на процесс гидроудара.

36. Виды гидроудара.
37. Фазы гидроудара.
38. Примеры гидроудара из повседневной жизни.
39. Какой трубопровод называют сложным?
40. Назовите причины возникновения гидравлического удара в трубах, методы борьбы с ним и основы расчета.
41. Какой удар называют неполным? Каково условие его возникновения?
42. Каковы особенности гидравлического удара в трубе при течении газожидкостной смеси?
43. Опишите снижение давления жидкости способом впуска и заземления воздуха в гидравлический тракт.
44. Опишите снижение давления жидкости способом впуска воды в трубопровод.
45. Что собой представляет работа воздушно-гидравлических колпаков?
46. Каковы схема гидравлического тарана и его работа?
47. Каков КПД гидравлического тарана?
48. Для каких целей применяется гидротаран

#### **4. Перечень примерных вопросов, выносимых на промежуточного аттестацию зачета**

1. Фазы развития гидроудара.
2. Расчёт повышения давления при гидроударе. Формула Жуковского.
3. Методы предотвращения гидравлического удара.
4. Факторы, влияющие на силу гидроудара.
5. Особенности явления гидроудара.
6. Условия отрыва жидкости. Сильные и слабые гидроудары
7. Расчёт длительности стадий сжатия и расширения у заглушки
8. Расчёт длительности стадий сжатия и расширения в произвольном месте трубы.
9. Гашение ударной волны.
10. Расчёт скорости заполняющего трубу потока для сверхтекучей жидкости.
11. Гидроудар в частично заполненной трубе.
12. Гидроудар в частично заполненной горизонтальной трубе.
13. Гидроудар в частично заполненной вертикальной трубе.
14. Гидроудар в результате столкновения потоков.
15. Гидроудар с утечками (неполный гидроудар).
16. Гидроудар с боковой утечкой.
17. Гидроудар с большими утечками.
18. Методы предотвращения гидравлического удара.
19. Уравнение количества движения
20. Уравнение неразрывности
21. Виды гидравлического удара.
22. Назовите формулы для определения повышения давления при гидроударе.

23. Как надо закрывать задвижку в трубопроводе, чтобы уменьшить давление, возникающее при гидравлическом ударе, — быстро или медленно?
24. Перечислите способы борьбы с гидравлическим ударом.
25. Почему при гидравлическом ударе течение жидкости нестационарное?
26. Каковы особенности гидравлического удара в трубе при течении газожидкостной смеси?
27. Опишите снижение давления жидкости способом впуска воды в трубопровод.
28. Что собой представляет работа воздушно-гидравлических колпаков?
29. Назвать основные свойства жидкостей.
30. Перечислить способы предотвращения гидравлических ударов в трубопроводах.
31. Методы предупреждения гидроудара.
32. Выведите формулу Н.Е. Жуковского для прямого гидравлического удара.
33. Объясните принцип понижения ударного давления путем сброса части жидкости из трубопровода.
34. Как влияет модуль упругости стенок трубопровода на давление гидравлического удара?
35. Напишите и поясните формулу повышения давления при прямом гидравлическом ударе?
36. От чего зависит скорость распространения ударной волны при гидравлическом ударе?
37. Как влияет время закрытия задвижки на повышение давления при гидравлическом ударе?

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется 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» .

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Таблица 8

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
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 профессионально-

	го 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. Али, Мунзер Сулейман. Насосы и насосные установки: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 20.03.02 "Природообустройство и водопользование". Рекомендовано УМО / М. С. Али, Д. С. Бегляров, В. Ф. Чебаевский; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. — 330 с.: рис., табл., цв.ил. — (150 лет РГАУ-МСХА). — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/357.pdf>.

2. Леонтьев, В. К. Насосы и насосные установки: расчет насосной установки : учебное пособие для вузов / В. К. Леонтьев, М. А. Барашева. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 142 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13028-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496511> (дата обращения: 14.09.2022).

3. Курочкин, Е. Ю. Инженерные системы водоснабжения, водоотведения, теплогазоснабжения : учебное пособие для вузов / Е. Ю. Курочкин, Е. П. Лашкинский. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 151 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14904-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/496957>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Моргунов, К. П. Насосы и насосные станции : учебное пособие для вузов / К. П. Моргунов. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 308

с. — ISBN 978-5-507-44973-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254657>

2. Щуцкая, Е. Е. Насосы. Насосные и воздухоудувные станции : учебное пособие / Е. Е. Щуцкая, Е. Г. Цурикова, А. Б. Родионова. — Ростов-на-Дону : Донской ГТУ, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-7890-1967-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/237911>

3. Корчевская, Ю. В. Насосы и насосные станции : лаб. практикум : учебное пособие / Ю. В. Корчевская. — Омск : Омский ГАУ, 2017. — 115 с. — ISBN 978-5-89764-612-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113362>

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
2. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения.
3. СП 66.13330.2011 Проектирование и строительство напорных сетей водоснабжения и водоотведения.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Али М.С., Бегляров Д.С., Померанцев О.Н. Сушко В.В.: Методические указания по выполнению лабораторных работ (Методические указания) / М.С. Али, Д. С. Бегляров.; М: Изд-во ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. 86 с

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

1. Электронный каталог Научно-Технической Библиотеки Кафедры с/х водоснабжения и водоотведения РГАУ-МСХА (<http://isvov.ru>)

## 9. обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) Справочная правовая система «КонсультантПлюс».

Таблица 9

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1	Расчёт повышения давления при гидроударе. Формула Жуковского	Microsoft Office	Расчетная, работа с таблицами	Microsoft	2010

## 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

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
29/104	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Лабораторный стенд</b> «Насосная установка 1» 2 шт. (Инв.№ 410124000602775)</li> <li>2. <b>Лабораторный стенд</b> «Насосная установка 2» 2 шт. (Инв.№ 410134000000156)</li> <li>3. <b>Лабораторный стенд</b> «Насосная установка 3» 1 шт. (Инв.№ 410134000000157)</li> <li>4. <b>Лабораторный стенд</b> «Насосная установка 4» 1 шт. (Инв.№ 410134000000697)</li> <li>5. <b>Парты</b> 12 шт.</li> <li>6. <b>Доска меловая</b> 1 шт.</li> <li>7. <b>Макет</b> – 3 шт. ( инв. №№ 410138000000226, 410138000000227, 410138000000228)</li> </ol>
29/244	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>Парты</b> - 20 шт.</li> <li>2. <b>Доска меловая</b> - 1 шт.</li> <li>3. <b>Информационные стенды</b> - 28 шт</li> </ol>
Библиотека, читальный зал: корпус 29, 1-ый этаж, читальный зал Библиотека имени Н.И. Железнова, Лиственничная аллея, д. 2к1.	

## 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 «Переходные процессы в системах водоподдачи», 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 устранить 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, придти 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 понимании материала, задавая вопросы и комментируя ответы студентов.

а) **по характеру познавательной деятельности:**

- репродуктивный,
- проблемный.

б) **по источнику знаний:**

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

**Контроль усвоения** осуществляется путем проведения контрольной работы и зачета.

## 2. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине «Переходные процессы в системах водоподдачи» направлены на формирование у студента общекультурных, и профессиональных компетенций, включая приобретения знаний, навыков и умений в проектно-изыскательской, производственно-технологической, организационно-управленческой и экспериментально-исследовательской, и научно-исследовательской деятельности.

*Используемые методы обучения:*

- объяснительно-иллюстративный (репродуктивный)
- наглядные методы (схемы, таблицы, рисунки, модели, приборы, презентации)
- методы изложения новых знаний
- методы закрепления знаний
- методы контроля.

*Используемые средства обучения:* Дидактическая техника: схемы, плакаты, таблицы, видео-, кино-, диафильмы, ноутбук, проектор и др. технические средства.

**Программу разработал:**

Али М.С., к.т.н., доцент



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» ОПОП ВО по направлению 20.04.02 «Природообустройство и водопользование», направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК»

(квалификация выпускника – магистр)

Хановым 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 «Переходные процессы в системах водоподдачи» 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, водоотведения, насосов и насосных станции (разработчик – Али М.С. к.т.н., доцент)

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС 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 включена в формируемую участниками образовательных отношений часть учебного плана по направлению подготовки природообустройство и водопользование

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

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Переходные процессы в системах водоподдачи» закреплено **2 компетенций**. Дисциплина «Переходные процессы в системах водоподдачи» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Переходные процессы в системах водоподдачи» 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 Природообустройство и водопользование в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» предполагает 5 занятий в интерактивной форме.

10. 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»..

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях участие в тестировании - работа с историческими текстами), 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 направления 20.04.02 – «Природообустройство и водопользование».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 3 наименований, периодическими изданиями – 3 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС направления 20.04.02 – «Природообустройство и водопользование».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Переходные процессы в системах водоподдачи».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Переходные процессы в системах водоподдачи» ОПОП ВО по направлению 20.04.02 – «Природообустройство и водопользование», направленность «Цифровизация инженерных систем в АПК» (квалификация магистр), разработанная Али М.С., доцент к.т.н. 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.

  
\_\_\_\_\_ « 28 » \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2023г.  
(подпись)