

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Бенин Дмитрий Михайлович

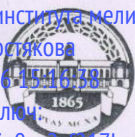
Должность: И.о. директора института мелиорации, водного хозяйства и

строительства имени А.Н. Костякова

Дата подписания: 22.07.2026

Уникальный программный ключ

dcb6dc8315334aed86f2a7c3a0ce7c1717be1e29



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 гидротехнических сооружений

УТВЕРЖДАЮ

Директор института мелиорации,
водного хозяйства и строительства
имени А.Н. Костякова

Бенин Д.М.
« 22 » _____ 2026 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.09 Строительная физика

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО 3++

Направление: 08.03.01 «Строительство»

Направленность: «Гидротехническое строительство»

Курс 1

Семестр 2 (ускоренное обучение)

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Москва 2026

Разработчик:
Доцент кафедры гидротехнических

сооружений, к.т.н.



Зборовская М.И.
(подпись)

24 апреля 2026 г.

Рецензент

М.С. Али к.т.н., доцент

(ФИО, учёная степень, учёное звание)



(подпись)

24 апреля 2026 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта по направлению подготовки 08.03.01 Строительство «Работник по мониторингу и диагностике гидротехнических сооружений гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций» Утверждён приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 декабря 2015 г. N 1121н, ОПОП и учебного плана направленности «Гидротехническое строительство»

Программа обсуждена на заседании кафедры гидротехнических сооружений протокол № 11 от 4 мая 2026 г.

Зав. кафедрой Ханов Н.В. профессор, д.т.н.

(ФИО, учёная степень, учёное звание)


(подпись)

«_24_» _апреля 2026 г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии
ИМВХС имени А.Н. Костякова
Щедрина Е.В. ,доцент, к.пед.н.
Протокол № 5 от 7 мая 2026 г.


(подпись)

(подпись)

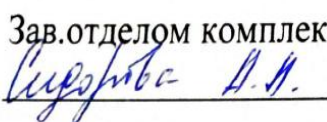
7 мая 2026 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
гидротехнических сооружений
Ханов Н.В. профессор, д.т.н.



(подпись)

4 мая 2026 г.

Зав.отделом комплектования ЦНБ /



(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ.....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ	6
ПО СЕМЕСТРАМ	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	13
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	20
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	21
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	21
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ	29
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	31
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	31
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	31
7.3. НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	32
7.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	32
8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:	33
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....	33
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	34
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	35
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	36

Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.09 «Строительная физика» для подготовки бакалавра по направлению 08.03.01 «Строительство» направленности «Гидротехническое строительство»

Цель освоения дисциплины: понимание сути и классификации физических и химических процессов, протекающих при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений; освоение теоретических основ теории теплопроводности и термоупругости, приобретение навыков по борьбе с термическим трещинообразованием и умением проводить температурные расчёты гидротехнических сооружений с использованием аналитических решений и расчётов на компьютерной технике. Умение выбирать и использовать нормативно-технические документы, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения гидротехнического сооружения. Учёт воздействия техногенных факторов на состояние окружающей природной среды при определении основных параметров теплового и термонапряженного состояния гидротехнического сооружения, в том числе в районах с суровыми климатическими условиями и с жарким климатом. Знание особенностей гидротехнических сооружений промышленности при работе на температурные воздействия.

Актуальным является использование современных компьютерных программ, позволяющих учитывать особенности возведения гидротехнических сооружений и их работу с учётом температурных воздействий как от внутренних процессов в сооружении, основании, так и с учётом воздействия внешней среды на термонапряжённое состояние сооружения.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина «Строительная физика» включена в перечень вариативных дисциплин учебного плана, формируемый участниками образовательных отношений. Дисциплина «Строительная физика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.03.01 «Строительство».

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: **УК-1.1** , **УК-1.2**, **УК-1.4**

Краткое содержание дисциплины: Основные понятия строительной физики. Общие положения строительной теплофизики. Виды температурных воздействий. Температурные напряжения. Мероприятия по регулированию температурного режима. Основы температурных расчётов. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры. Основы теории подобия. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от

внутреннего источника тепла. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений. Расчёты температурного режима грунтовых плотин. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет, включая часы практической подготовки: 108/0/3 (часа / зачетных единицы).

Промежуточный контроль по дисциплине: 2 семестр – зачёт с оценкой.

1. Цель освоения дисциплины:

понимание сути и классификации физических и химических процессов, протекающих при строительстве и эксплуатации гидротехнических сооружений; освоение теоретических основ теории теплопроводности и термоупругости, приобретение навыков по борьбе с термическим трещинообразованием и умением проводить температурные расчёты гидротехнических сооружений с использованием аналитических решений и расчётов на компьютерной технике. Умение выбирать и использовать нормативно-технические документы, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения гидротехнического сооружения. Учёт воздействия техногенных факторов на состояние окружающей природной среды при определении основных параметров теплового и термонапряженного состояния гидротехнического сооружения, в том числе в районах с суровыми климатическими условиями и с жарким климатом. Знание особенностей гидротехнических сооружений промышленности при работе на температурные воздействия.

Актуальным является использование современных компьютерных программ, позволяющих учитывать особенности возведения гидротехнических сооружений и их работу с учётом температурных воздействий как от внутренних процессов в сооружении, основании, так и с учётом воздействия внешней среды на термонапряжённое состояние сооружения.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Строительная физика» включена в обязательный перечень дисциплин учебного плана базовой части. Дисциплина «Строительная физика» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС и Учебного плана по направлению **08.03.01 «Строительство»**.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Строительная физика» являются Высшая математика, Физика, Химия.

Дисциплина «Строительная физика» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Железобетонные конструкции, Гидросооружения общего назначения, Гидросооружения водного транспорта, Основы безопасности гидросооружений, Комплексные гидроузлы на реках,

Особенности расчета и конструирования элементов зданий и сооружений из монолитного железобетона.

Рабочая программа дисциплины «Строительная физика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет, включая часы практической подготовки: 108/0/3 (часа / зачетных единицы)., их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компете нции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	<i>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</i>	УК-1.1 Выбор информационных ресурсов для поиска информации в соответствии с поставленной задачей	- состав и назначение нормативных, справочных, учебных, научно-технических и цифровых источников информации, используемых при оценке температурных воздействий, теплового режима и термонапряжённого состояния гидротехнических сооружений	- выбирать и обосновывать источники исходных данных для расчёта температурного режима ГТС, включая климатические параметры, температуру воды и основания, теплофизические характеристики материалов, расчётные схемы и нормативные требования	- навыками инженерного поиска и отбора достоверной информации для постановки и решения задач строительной физики применительно к гидротехническим сооружениям
			УК-1.2 Систематизация обнаруженной информации, полученной из разных источников, в соответствии с требованиями и условиями задачи	- принципы систематизации исходных данных для температурных расчётов: геометрия сооружения, свойства материалов, начальные и граничные условия, климатические воздействия, температурный режим воды и основания,	- систематизировать исходные данные для расчёта теплопроводности и термонапряжённого состояния ГТС; выделять необходимые, достаточные и недостающие данные; приводить информацию из разных источников к единой расчётной схеме	- навыками формирования исходной расчётной таблицы, схемы температурных воздействий и набора граничных условий для решения задач строительной физики гидротехнических сооружений

				режим строительства и эксплуатации		
			УК-1.4 Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы	- физические связи между температурными воздействиями, теплопроводностью, температурными деформациями, напряжениями, трещинообразованием, фильтрационным режимом и эксплуатационной надёжностью гидротехнических сооружений	- выявлять причинно-следственные связи между изменением температурного режима и изменением напряжённо-деформированного состояния бетонных и грунтовых ГТС; объяснять влияние климата, воды, основания, экзотермии бетона и конструктивных решений на безопасность сооружения	- навыками системного анализа температурного состояния ГТС, интерпретации расчётных результатов и обоснования инженерных мероприятий по снижению температурных рисков

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час./*	В т. ч. по семестрам
		№2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108/0	108/0
1. Контактная работа:	38,35/0	38,35/0
Аудиторная работа		
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	10/0	10/0
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	16/0	16/0
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
2. Самостоятельная работа (СРС)	69,65	69,65
<i>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.)</i>	60,65	60,65
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачёт с оценкой	

*- в том числе часов практической работы

4.2 Содержание дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/*	ЛЗ/*	КРА	
1. Основные понятия строительной физики.	5	-	1	-		4
2. Общие положения строительной теплофизики.	5	-	1	-		4
3. Виды температурных воздействий.	5	-	1	-		4
4. Температурные напряжения.	5	-	1	-		4
5. Мероприятия по регулированию температурного режима.	7	1	2	-		4
6. Основы температурных расчётов.	6	1	1	-		4
7. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.	7	1	2	-		4
8. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры.	7	1	-	2		4
9. Основы теории подобия.	7	1	-	2		4
10. Тепловые расчёты однослойных и	6	1	1	-		4

Наименование раздела дисциплины	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/*	ЛЗ/*	КРА	
многослойных конструкций гидротехнических сооружений.						
11. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности.	7	1		2		4
12. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла.	6	1		1		4
13. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности.	6	1		1		4
14. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.	7	1		2		4
15. Расчёты температурного режима грунтовых плотин.	8	1		2		5
16. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях.	8	1		2		5
17. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.	5,65			2		3,65
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,35				0,35	
Итого по дисциплине	108/0	12	10/0	16/0	0,35	69,65

*- в том числе часов практической работы

Раздел 1. «Основные понятия строительной физики».

Тема 1. Основные понятия строительной физики.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Основные понятия строительной физики и её роль в современном гидростроительстве.
- Общие сведения о гидротехнических сооружениях.
- Температурный режим сооружений и их частей.

Раздел 2. «Общие положения строительной теплофизики».

Тема 1. Общие положения строительной теплофизики.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Общие положения.
- Постановка задачи о термонапряжённом состоянии гидротехнических сооружений.
- Влияние температурных воздействий на работу гидротехнических сооружений.
- Типы плотин.
- Закон Гука.
- Возможные последствия температурных воздействий.

Раздел 3. «Температурные воздействия».

Тема 1. Температурные воздействия.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Виды температурных воздействий.
- Колебания температуры наружного воздуха.
- Изменение температуры воды в водохранилище.
- Изменение температуры в естественном водотоке в нижнем бьефе построенного сооружения, а также в период его строительства.
- Температура фильтрационных и подземных вод.
- Солнечная радиация.
- Экзотермия.
- Температурные воздействия, вызванные производственными и технологическими процессами и мероприятиями, проводимыми при строительстве и постоянной эксплуатации сооружений.
- Температура основания.

Раздел 4. «Температурные напряжения».

Тема 1. Температурные напряжения.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Причины возникновения температурных напряжений.
- Классификация температурных напряжений.
- Выбор расчётных случаев для определения температурных напряжений.
- Примеры трещинообразования в бетонных плотинах.

Раздел 5. «Мероприятия по регулированию температурного режима».

Тема 1. Мероприятия по регулированию температурного режима.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Мероприятия по регулированию температурного режима.
- Основные факторы, определяющие методы регулирования температурного режима сооружений.
- Регулирование температуры бетонной смеси.
- Трубное охлаждение бетона.
- Теплозащита бетона.
- Поддержание заданного температурного режима воздуха в полостях.
- Рациональная разрезка на блоки бетонирования.
- Зональность укладки бетона.
- Теплозащитные стенки и швы-надрезы.
- Методы воздействия на температурный режим сооружений, принятые в зарубежном плотиностроении.

Раздел 6. «Основы температурных расчётов».

Тема 1. Основы температурных расчётов.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Основы температурных расчётов.
- Основные положения теории теплопроводности.
- Температурное поле.
- Уравнение теплового баланса для элементарного объёма.
- Основное уравнение теплопроводности и его виды.
- Начальное и граничное условие.

Раздел 7. «Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности».

Тема 1. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.
- Граничные условия I рода.
- Симметричное охлаждение стенки при начальной температуре, распределённой по закону синуса.
 - Учёт теплоизоляции.
 - Роль термического коэффициента сопротивления.
 - Симметричное охлаждение стенки при начальной постоянной температуре.
 - Несимметричное одностороннее остывание при начальной температуре.

Раздел 8. «Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры».

Тема 1. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Распределение температуры в стене при установившихся колебаниях температуры на одной из её поверхностей по закону косинуса с известным периодом колебаний и амплитудой.
 - Распределение температуры для полупространства.
 - Примеры практических случаев одной задачи.
 - Некоторые решения для граничных условий III рода.

Раздел 9. «Основы теории подобия».

Тема 1. Основы теории подобия.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Основы теории подобия.
- Постановка задачи.

- Сущность подобия.
- Критерии подобия.
- Критерии Био и Фурье и их физический смысл.
- Моделирование физических явлений, описываемых уравнением Фурье.
- Условия подобия для упругих материалов.
- Влияние коэффициента Пуассона.
- Поляризационно-оптический метод.
- Тензометрические модели из материала с низким модулем упругости (гипс, эпоксидные смолы и др.).

Раздел 10. «Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений».

Тема 1. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений.
- Основные типы однослойных и многослойных конструкций.
- Основы теории теплопроводности многослойных конструкций.
- Расчёты температурного поля массивов с несъёмной опалубкой.
- Методы расчётов теплового режима замкнутых полостей.

Раздел 11. «Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности».

Тема 1. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности (граничные условия I рода).
- Случай отсутствия внутреннего источника тепла.
- Метод конечных разностей для условий III рода.
- Графический метод решения уравнений теплопроводности (метод Шмидта) при граничных условиях I и III рода.

Раздел 12. «Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла».

Тема 1. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла (экзотермии).
- Метод конечных разностей при наличии экзотермии и изменений температуры наружной среды.

Раздел 13. «Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности».

Тема 1. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности для систем с постоянным коэффициентом теплопроводности и при отсутствии внутренних источников тепла.
- Выбор конечно-разностной схемы.
- Границы погрешностей конечно-элементного решения.

Раздел 14. «Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений».

Тема 1. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.
- Температурные напряжения в период строительства и эксплуатации.
- Меры борьбы с температурными напряжениями.
- Оценка температурной трещиностойкости сооружений и их элементов.
- Набухание бетона и его роль в формировании напряжённого состояния различных типов бетонных плотин.
- Учёт набухания бетона при назначении расчётных нагрузок.

Раздел 15. «Расчёты температурного режима грунтовых плотин».

Тема 1. Расчёты температурного режима грунтовых плотин.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Расчёты температурного режима грунтовых плотин (талых и мёрзлых).
- Определение положения нулевой изотермы при нестационарном режиме в талой и мёрзлой плотине по методу И. С. Моисеева.
- Решение задачи Стефана для определения температуры мёрзлых плотин при их оттаивании и талых плотин при их промерзании в эксплуатационный период с учётом скрытой теплоты фазовых переходов влаги в грунте.

Раздел 16. «Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях».

Тема 1. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях.
- Определение термонапряжённого состояния ячеистой конструкции.
- Определение теплового состояния ячеистой конструкции от сезонного изменения температур.
- Расчёт ячеистых конструкций ГТС на температурные воздействия.
- Результаты определения теплового и термонапряжённого состояния ячеистой конструкции с использованием экспериментального и расчётного методов.

Раздел 17. «Теплотехнические расчёты хвостохранилищ».

Тема 1. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.

Перечень рассматриваемых вопросов:

- Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.
- Конструктивные особенности ограждающих дамб талого и мёрзлого типа.
- Зимняя укладка хвостов.
- Расчёт пляжа намыва в зимний период.
- Транспортировка пульпы.

4.3 Лекции/лабораторные занятия

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторного практикума и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторного практикума/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов /**
Раздел 1. Основные понятия строительной физики.					1
1	Тема 1. Основные понятия строительной физики.	-	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4	-	-
		Практическое занятие №1		-	1
Раздел 2. Общие положения строительной теплофизики.					1
2	Тема 1. Общие положения строительной теплофизики.	-	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4	-	0
		Практическое занятие №2		-	1
Раздел 3. Температурные воздействия					1
3	Тема 1 Температурные воздействия.	-	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4	-	0
		Практическое занятие №3		Устный опрос	1
Раздел 4. Температурные напряжения.					1
4	Тема 1 Температурные напряжения.	-.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4	-	-
		Практическое занятие №4		Анализ конкретной ситуации	1
Раздел 5. Мероприятия по регулированию температурного режима.					2
5	Тема 1. Мероприятия по регулированию температурного режима.	Лекция № 1	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4	-	1
		Практическое занятие №5		Устный опрос	1
Раздел 6. Основы температурных расчётов.					2
6	Тема 1. Основы температурных расчётов.	Лекция № 2.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4	-	1
		Практическое занятие №6		Устный опрос	2
Раздел 7. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.					3
7	Тема 1. Аналитические решения	Лекция № 3	УК-1.1,	-	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторного практикума/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов /**
	некоторых частных задач теплопроводности.	Практическое занятие №7	УК-1.2, УК-1.4	Анализ конкретной ситуации	2
Раздел 8. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры.					3
8	Тема 1. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры.	Лекция № 4	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Лабораторное занятие № 1		Устный опрос	2
Раздел 9. Основы теории подобия.					2
9	Тема 1. Основы теории подобия.	Лекция № 5	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Лабораторное занятие № 2		Устный опрос	2
Раздел 10. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений.					2
10	Тема 1. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений.	Лекция № 6	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Практическое занятие №8		Анализ конкретной ситуации	1
Раздел 11. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности.					3
11	Тема 1. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности.	Лекция № 7	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Лабораторное занятие № 3		Устный опрос	2
Раздел 12. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла.					2
12	Тема 1. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла.	Лекция № 8	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Лабораторное занятие № 4		Устный опрос	1
Раздел 13. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности.					2
13	Тема 1. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности.	Лекция № 9	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Лабораторное занятие № 5		Устный опрос	1
Раздел 14. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.					3
14	Тема 1. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.	Лекция № 10			1
		Лабораторное занятие № 6		Устный опрос	2
Раздел 15. Расчёты температурного режима грунтовых плотин.					3
15	Тема 1. Расчёты температурного режима грунтовых плотин.	Лекция № 11	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Лабораторное занятие № 7		Анализ конкретной ситуации	2
Раздел 16. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях.					3

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лаборато рного практикума/прак тических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол- во часов /**
16	Тема 1. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях.	Лекция № 12	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4		1
		Лабораторное занятие № 8		Устный опрос	2
Раздел 17. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.					2
17	Тема 1. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.	Лабораторное занятие № 9	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.4	Устный опрос	2

*- Проведение с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot) и современных вычислительных комплексов, позволяющих учитывать температурные воздействия в процессе возведения и работы гидротехнических сооружений на примере программного комплекса MIDAS.

** - в том числе часов практической подготовки

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1. Основные понятия строительной теплофизики.		
1	Тема 1. Основные понятия строительной физики.	Основные понятия строительной физики и её роль в современном гидростроительстве. Общие сведения о гидротехнических сооружениях. Температурный режим сооружений и их частей (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 2. Общие положения строительной теплофизики.		
2	Тема 1. Общие положения строительной теплофизики.	Общие положения. Постановка задачи о термонапряжённом состоянии гидротехнических сооружений. Влияние температурных воздействий на работу гидротехнических сооружений. Типы плотин. Закон Гука. Возможные последствия температурных воздействий (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 3. Температурные воздействия.		
3	Тема 1. Температурные воздействия.	Виды температурных воздействий. Колебания температуры наружного воздуха. Изменение температуры воды в водохранилище. Изменение температуры в естественном водотоке в нижнем бьефе построенного сооружения, а также в период его строительства. Температура фильтрационных и подземных вод. Солнечная радиация. Экзотермия. Температурные воздействия, вызванные производственными и технологическими процессами и мероприятиями, проводимыми при строительстве и постоянной эксплуатации сооружений. Температура основания (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 4. Температурные напряжения.		
4	Тема 1. Температурные напряжения.	Причины возникновения температурных напряжений. Классификация температурных напряжений. Выбор расчётных случаев для определения температурных напряжений. Примеры трещинообразования в бетонных плотинах (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 5. Мероприятия по регулированию температурного режима.		
5	Тема 1. Мероприятия по регулированию температурного режима.	Мероприятия по регулированию температурного режима. Основные факторы, определяющие методы регулирования температурного режима сооружений. Регулирование температуры бетонной смеси. Трубное охлаждение бетона. Теплозащита бетона. Поддержание заданного температурного режима воздуха в полостях. Рациональная разрезка на блоки бетонирования. Зональность укладки бетона. Теплозащитные стенки и швы-надрезы. Методы воздействия на температурный режим сооружений, принятые в зарубежном плотиностроении (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 6. Основы температурных расчётов.		

№ п/п	№ раздела	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
6	Тема 1. Основы температурных расчётов.	Основы температурных расчётов. Основные положения теории теплопроводности. Температурное поле. Уравнение теплового баланса для элементарного объёма. Основное уравнение теплопроводности и его виды. Начальное и граничное условие (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 7. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.		
7	Тема 1. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.	Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности. Граничные условия I рода. Симметричное охлаждение стенки при начальной температуре, распределённой по закону синуса. Учёт теплоизоляции. Роль термического коэффициента сопротивления. Симметричное охлаждение стенки при начальной постоянной температуре. Несимметричное одностороннее остывание при начальной температуре (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 8. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры.		
8	Тема 1. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры.	Распределение температуры в стене при установившихся колебаниях температуры на одной из её поверхностей по закону косинуса с известным периодом колебаний и амплитудой. Распределение температуры для полупространства. Примеры практических случаев одной задачи. Некоторые решения для граничных условий III рода (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 9. Основы теории подобия.		
9	Тема 1. Основы теории подобия.	Основы теории подобия. Постановка задачи. Сущность подобия. Критерии подобия. Критерии Био и Фурье и их физический смысл. Моделирование физических явлений, описываемых уравнением Фурье. Условия подобия для упругих материалов. Влияние коэффициента Пуассона. Поляризационно-оптический метод. Тензометрические модели из материала с низким модулем упругости (гипс, эпоксидные смолы и др.) (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 10. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений.		
10	Тема 1. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений.	Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений. Основные типы однослойных и многослойных конструкций. Основы теории теплопроводности многослойных конструкций. Расчёты температурного поля массивов с несъёмной опалубкой. Методы расчётов теплового режима замкнутых полостей (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 11. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности		

№ п/п	№ раздела	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
11	Тема 1. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности.	Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности (граничные условия I рода). Случай отсутствия внутреннего источника тепла. Метод конечных разностей для условий III рода. Графический метод решения уравнений теплопроводности (метод Шмидта) при граничных условиях I и III рода (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 12. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла.		
12	Тема 1. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла.	Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла (экзотермии). Метод конечных разностей при наличии экзотермии и изменений температуры наружной среды (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 13. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности.		
13	Тема 1. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности.	Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности для систем с постоянным коэффициентом теплопроводности и при отсутствии внутренних источников тепла. Выбор конечно-разностной схемы. Границы погрешностей конечно-элементного решения (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 14. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.		
14	Тема 1. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.	Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений. Температурные напряжения в период строительства и эксплуатации. Меры борьбы с температурными напряжениями. Оценка температурной трещиностойкости сооружений и их элементов. Набухание бетона и его роль в формировании напряжённого состояния различных типов бетонных плотин. Учёт набухания бетона при назначении расчётных нагрузок (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 15. Расчёты температурного режима грунтовых плотин.		
15	Тема 1. Расчёты температурного режима грунтовых плотин.	Расчёты температурного режима грунтовых плотин (талых и мёрзлых). Определение положения нулевой изотермы при нестационарном режиме в талой и мёрзлой плотине по методу И. С. Моисеева. Решение задачи Стефана для определения температуры мёрзлых плотин при их оттаивании и талых плотин при их промерзании в эксплуатационный период с учётом скрытой теплоты фазовых переходов влаги в грунте (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 16. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях.		
16	Тема 1. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных	Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях. Определение термонапряжённого состояния ячеистой конструкции. Определение теплового состояния

№ п/п	№ раздела	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	воздействиях.	ячеистой конструкции от сезонного изменения температур. Расчёт ячеистых конструкций ГТС на температурные воздействия. Результаты определения теплового и термонапряжённого состояния ячеистой конструкции с использованием экспериментального и расчётного методов (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).
Раздел 17. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.		
17	Тема 1. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ.	Теплотехнические расчёты хвостохранилищ. Конструктивные особенности ограждающих дамб талого и мёрзлого типа. Зимняя укладка хвостов. Расчёт пляжа намыва в зимний период. Транспортировка пульпы (УК-1.1 , УК-1.2, УК-1.4).

5. Образовательные технологии

В ходе освоения теоретического курса дисциплины используются: интерактивные экскурсии, мозговой штурм, дебаты, анализ конкретных ситуаций и дискуссии.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Раздел 3. Виды температурных воздействий.	ПЗ Устный опрос
2.	Раздел 4. Температурные напряжения.	ПЗ Анализ конкретных ситуаций
3.	Раздел 5. Мероприятия по регулированию температурного режима.	ПЗ Устный опрос
4.	Раздел 6. Основы температурных расчётов.	ПЗ Устный опрос
5.	Раздел 7. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.	ПЗ Анализ конкретных ситуаций
6.	Раздел 8. Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры.	ЛЗ Устный опрос
7.	Раздел 9. Основы теории подобия.	ЛЗ Устный опрос
8.	Раздел 10. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений.	ПЗ Анализ конкретных ситуаций
9.	Раздел 11. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности.	ЛЗ Устный опрос
10.	Раздел 12. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла.	ЛЗ Устный опрос
11.	Раздел 13. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности.	ЛЗ Устный опрос
12.	Раздел 14. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.	ЛЗ Устный опрос
13.	Раздел 15. Расчёты температурного режима грунтовых плотин	ЛЗ Устный опрос

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

Примерные темы лабораторных работ:

- 1) Определение распределения температур при симметричном остывании стены (бесконечно длинной) при начальном распределении температуры при сечении стенки по закону синуса (5 вар).
- 2) Определение распределения температур при симметричном остывании стены (бесконечно длинной) при начальной постоянной температуре по сечению стенки (5 вар).
- 3) Определение распределения температур при несимметричном одностороннем остывании стены (бесконечно длинной) при начальной постоянной температуре по сечению стенки (5 вар).
- 4) Температурный режим не фильтрующей земляной плотины талого типа (5 вар).
- 5) Температурный режим не фильтрующей земляной плотины мёрзлого типа (5 вар).
- 6) Расчёт заданной температуры водохранилища (5 вар).
- 7) Расчёт пляжа намыва при укладке отходов в зимний период (5 вар).

Виды текущего контроля: выполнение лабораторных работ, обсуждение результатов в форме устных вопросов, анализа конкретных ситуаций в соответствии с фондом оценочных средств.

Текущий контроль по дисциплине проводится по окончании изучения теоретического раздела и завершению выполнения практических лабораторных работ.

Результаты оценивания работы на практических занятиях и лабораторных практикумах учитываются при выставлении оценок при приёме зачёта с оценкой по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно») по результатам сдачи зачёта.

Вопросы по текущему контролю успеваемости:

Вопросы по теме 3.

«Виды температурных воздействий»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Виды температурных воздействий.
2.	Колебания температуры наружного воздуха.
3.	Изменение температуры воды в водохранилище.
4.	Изменение температуры в естественном водотоке в нижнем бьефе построенного сооружения, а также период его строительства.
5.	Температура фильтрационных и подземных вод.
6.	Солнечная радиация.
7.	Экзотермия.
8.	Температурные воздействия, вызванные производственными и технологическими процессами и мероприятиями, проводимыми при строительстве и постоянной эксплуатации сооружений.
9.	Температура основания.

Вопросы по теме 4.

«Температурные напряжения»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Причины возникновения температурных напряжений.
2.	Классификация температурных напряжений.
3.	Выбор расчётных случаев для определения температурных напряжений.
4.	Примеры трещинообразования в бетонных плотинах

Вопросы по теме 5

«Мероприятия по регулированию температурного режима»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Мероприятия по регулированию температурного режима.
2.	Основные факторы, определяющие методы регулирования температурного режима сооружений.
3.	Регулирование температуры бетонной смеси.
4.	Трубное охлаждение бетона.
5.	Теплозащита бетона.
6.	Поддержание заданного температурного режима воздуха в полостях.
7.	Рациональная разрезка на блоки бетонирования.

8.	Зональность укладки бетона.
9.	Теплозащитные стенки и швы-надрезы.
10.	Методы воздействия на температурный режим сооружений, принятые в зарубежном плотиностроении.

Вопросы по теме 6

«Основы температурных расчётов»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Основы температурных расчётов.
2.	Основные положения теории теплопроводности.
3.	Температурное поле.
4.	Уравнение теплового баланса для элементарного объёма.
5.	Основное уравнение теплопроводности и его виды.

Вопросы по теме 7

«Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности.
2.	Граничные условия I рода.
3.	Симметричное охлаждение стенки при начальной температуре, распределённой по закону синуса.
4.	Учёт теплоизоляции.
5.	Роль термического коэффициента сопротивления.
6.	Симметричное охлаждение стенки при начальной постоянной температуре.
7.	Несимметричное одностороннее остывание при начальной температуре.

Вопросы по теме 8

«Распределение температуры при установившихся колебаниях температуры»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Распределение температуры в стене при установившихся колебаниях температуры на одной из её поверхностей по закону косинуса с известным периодом колебаний и амплитудой.
2.	Распределение температуры для полупространства.
3.	Примеры практических случаев одной задачи.
4.	Некоторые решения для граничных условий III рода.

Вопросы по устному опросу по теме 9

«Основы теории подобия»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Основы теории подобия.
2.	Постановка задачи.
3.	Сущность подобия.
4.	Критерии подобия.
5.	Критерии Био и Фурье и их физический смысл.
6.	Моделирование физических явлений, описываемых уравнением Фурье.
7.	Условия подобия для упругих материалов.
8.	Влияние коэффициента Пуассона.
9.	Поляризационно-оптический метод.
10.	Тензометрические модели из материала с низким модулем упругости (гипс, эпоксидные смолы и др.).

Вопросы по теме 10

«Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений.
2.	Основные типы однослойных и многослойных конструкций.
3.	Основы теории теплопроводности многослойных конструкций.
4.	Расчёты температурного поля массивов с несъёмной опалубкой.
5.	Методы расчётов теплового режима замкнутых полостей.

Вопросы по теме 11

«Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности (граничные условия I рода).
2.	Случай отсутствия внутреннего источника тепла.
3.	Метод конечных разностей для условий III рода.
4.	Графический метод решения уравнений теплопроводности (метод Шмидта) при граничных условиях I и III рода.

Вопросы по теме 12

«Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла (экзотермии).
2.	Метод конечных разностей при наличии экзотермии и изменений температуры наружной среды.

Вопросы по теме 13

«Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности для систем с постоянным коэффициентом теплопроводности и при отсутствии внутренних источников тепла.
2.	Выбор конечно-разностной схемы.
3.	Границы погрешностей конечно-элементного решения.

Вопросы по теме 14

«Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений»

№ вопроса	Краткое содержание вопроса
1.	Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений.
2.	Температурные напряжения в период строительства и эксплуатации.
3.	Меры борьбы с температурными напряжениями.
4.	Оценка температурной трещиностойкости сооружений и их элементов.
5.	Набухание бетона и его роль в формировании напряжённого состояния различных типов бетонных плотин.
6.	Учёт набухания бетона при назначении расчётных нагрузок.

Использование **анализа конкретных ситуаций (кейсов)** значительно повышает практическую ценность занятий. Примеры кейсов для указанных разделов в соответствии с тематикой.

Раздел 4. «Температурные напряжения»

Кейс: «Трещины в гравитационной бетонной плотине ГЭС

“Х” в Сибири»

- **Проблема:** В течение первых 5 лет эксплуатации на низовой грани массивной бетонной плотины визуально обнаружена сетка вертикальных и наклонных трещин. Трещины раскрываются в зимний период и частично закрываются летом.

Раздел 7. «Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности»

Кейс: «Прогрев бетонного массива водовода в условиях зимнего бетонирования»

Что случилось: При строительстве водовода ГЭС в зимних условиях необходимо уложить бетон в массивную конструкцию. Температура воздуха -15°C . Бетонная смесь уложена с начальной температурой $+10^{\circ}\text{C}$. Необходимо определить, произойдет ли опасное промораживание конструкции до набора критической прочности.

Раздел 10. «Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений»

Кейс: «Конденсация влаги в полости водосбросной плотины»

Что случилось: Внутри постоянной полости (галереи) бетонной водосбросной плотины в осенне-зимний период наблюдается интенсивная конденсация влаги на потолке и стенах. Это приводит к коррозии арматуры, повреждению электрооборудования и обледенению.

Раздел 15. «Расчёты температурного режима грунтовых плотин»

Кейс: «Деформации и оползание откоса мерзлой грунтовой плотины в Якутии»

Что случилось: Весной на низовом откосе грунтовой плотины, возведенной в зоне многолетней мерзлоты, наблюдаются интенсивные оползания и просадки грунта. В теле плотины зафиксировано наличие линз льда.

Перечень вопросов, выносимых на зачёт с оценкой:

1. Основные понятия строительной физики и её роль в современном гидростроительстве. Общие сведения о гидротехнических сооружениях. Температурный режим сооружений и их частей.

2. Общие положения. Постановка задачи о термонапряжённом состоянии гидротехнических сооружений. Влияние температурных воздействий на работу гидротехнических сооружений.
3. Типы плотин. Закон Гука. Возможные последствия температурных воздействий.
4. Виды температурных воздействий. Колебания температуры наружного воздуха. Изменение температуры воды в водохранилище. Изменение температуры в естественном водотоке в нижнем бьефе построенного сооружения, а также в период его строительства. Температура фильтрационных и подземных вод.
5. Солнечная радиация. Экзотермия. Температурные воздействия, вызванные производственными и технологическими процессами и мероприятиями, проводимыми при строительстве и постоянной эксплуатации сооружений. Температура основания.
6. Причины возникновения температурных напряжений. Классификация температурных напряжений. Выбор расчётных случаев для определения температурных напряжений. Примеры трещинообразования в бетонных плотинах.
7. Мероприятия по регулированию температурного режима. Основные факторы, определяющие методы регулирования температурного режима сооружений. Регулирование температуры бетонной смеси. Трубное охлаждение бетона. Теплозащита бетона.
8. Поддержание заданного температурного режима воздуха в полостях. Рациональная разрезка на блоки бетонирования. Зональность укладки бетона. Теплозащитные стенки и швы-надрезы. Методы воздействия на температурный режим сооружений, принятые в зарубежном плотиностроении.
9. Основы температурных расчётов. Основные положения теории теплопроводности. Температурное поле. Уравнение теплового баланса для элементарного объёма.
10. Основное уравнение теплопроводности и его виды. Начальное и граничное условие.
11. Аналитические решения некоторых частных задач теплопроводности. Граничные условия I рода. Симметричное охлаждение стенки при начальной температуре, распределённой по закону синуса. Учёт теплоизоляции.
12. Роль термического коэффициента сопротивления. Симметричное охлаждение стенки при начальной постоянной температуре. Несимметричное одностороннее остывание при начальной температуре.
13. Распределение температуры в стене при установившихся колебаниях температуры на одной из её поверхностей по закону косинуса с известным периодом колебаний и амплитудой.

14. Распределение температуры для полупространства. Примеры практических случаев одной задачи. Некоторые решения для граничных условий III рода.
15. Основы теории подобия. Постановка задачи. Сущность подобия. Критерии подобия. Критерии Био и Фурье и их физический смысл. Моделирование физических явлений, описываемых уравнением Фурье.
16. Условия подобия для упругих материалов. Влияние коэффициента Пуассона. Поляризационно-оптический метод. Тензометрические модели из материала с низким модулем упругости (гипс, эпоксидные смолы и др.).
17. Тепловые расчёты однослойных и многослойных конструкций гидротехнических сооружений. Основные типы однослойных и многослойных конструкций. Основы теории теплопроводности многослойных конструкций.
18. Расчёты температурного поля массивов с несъёмной опалубкой. Методы расчётов теплового режима замкнутых полостей.
19. Метод конечных разностей для решения задач теплопроводности (граничные условия I рода). Случай отсутствия внутреннего источника тепла. Метод конечных разностей для условий III рода.
20. Графический метод решения уравнений теплопроводности (метод Шмидта) при граничных условиях I и III рода.
21. Метод конечных разностей при учёте тепловыделения от внутреннего источника тепла (экзотермии).
22. Метод конечных разностей при наличии экзотермии и изменений температуры наружной среды.
23. Метод конечных элементов для решения двумерных задач теплопроводности для систем с постоянным коэффициентом теплопроводности и при отсутствии внутренних источников тепла.
24. Выбор конечно-разностной схемы. Границы погрешностей конечно-элементного решения.
25. Термонапряжённое состояние бетонных гидротехнических сооружений. Температурные напряжения в период строительства и эксплуатации. Меры борьбы с температурными напряжениями.
26. Оценка температурной трещиностойкости сооружений и их элементов.
27. Набухание бетона и его роль в формировании напряжённого состояния различных типов бетонных плотин. Учёт набухания бетона при назначении расчётных нагрузок.
28. Расчёты температурного режима грунтовых плотин (талых и мёрзлых). Определение положения нулевой изотермы при нестационарном режиме в талой и мёрзлой плотине по методу И. С. Моисеева.

29. Решение задачи Стефана для определения температуры мёрзлых плотин при их оттаивании и талых плотин при их промерзании в эксплуатационный период с учётом скрытой теплоты фазовых переходов влаги в грунте.
30. Оценка работы ячеистых сооружений при температурных воздействиях. Определение термонапряжённого состояния ячеистой конструкции. Определение теплового состояния ячеистой конструкции от сезонного изменения температур.
31. Расчёт ячеистых конструкций ГТС на температурные воздействия. Результаты определения теплового и термонапряжённого состояния ячеистой конструкции с использованием экспериментального и расчётного методов.
32. Теплотехнические расчёты хвостохранилищ. Конструктивные особенности ограждающих дамб талого и мёрзлого типа. Зимняя укладка хвостов. Расчёт пляжа намыва в зимний период. Транспортировка пульпы.

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

При сдаче зачёта с оценкой студент самостоятельно, логично, в полном объеме излагает теоретический материал, ссылается на авторов, разрабатывавших соответствующую проблематику, приводит конкретные примеры, правильно использует научную терминологию, без серьезных затруднений отвечает на дополнительные вопросы.

Студент демонстрирует свою компетентность при решении задачи (вопроса).

Возможно, что студент, хотя и имеет затруднения при самостоятельном изложении теоретического содержания, но исправляется при ответах на уточняющие вопросы, без серьезных затруднений отвечает на большую часть дополнительных вопросов, приводит адекватные примеры с использованием научных терминов.

Критерии оценивания результатов обучения при сдаче зачёта с оценкой приведены в таблице 7.

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

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.

	Для оценки «отлично» студент должен: корректно выбрать расчётную схему температурного воздействия; записать исходные данные и граничные условия; выполнить расчёт температурного поля или температурного градиента; построить график/таблицу; объяснить физический смысл результата; предложить инженерные меры: теплоизоляция, трубное охлаждение, изменение графика бетонирования, мониторинг. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
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. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Зимнюков В.А., Зборовская М.И., Зайцев А. И. Учёт температурных воздействий при работе гидротехнических сооружений: учебное пособие. М., Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, Институт природообустройства имени А. Н. Костякова, 2017 г. – 112 с. Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/umo366.pdf>.
2. Михеев, П.А. Строительная физика: Курс лекций. / П. А. Михеев; Специальность 08.03.01 – Строительство, направленности: Промышленное и государственное строительств и Экспертиза и управление недвижимостью. — Электрон. текстовые дан. — Новочеркасск: Лик, 2022. — 139 с. —Режим доступа авторизованных пользователей: <http://elib.timacad.ru/dl/full/s27062022Miheev.pdf>.
3. Шабаров А.Б. и др. Теория тепломассопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях. — Юрайт, 2025.
4. Калекин В.С., Михайлец С.Н. Гидравлика и теплотехника: учебник для вузов. — Москва : Юрайт, 2025.
5. Апкарьян А.С. Теплофизика. — Юрайт, 2025.
6. Кудинов В.А., Карташов Э.М., Стефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача: учебник для вузов. — Москва : Юрайт, 2025.

7.2. Дополнительная литература

1. Гидротехнические сооружения: Учебное пособие /Николай Павлович Розанов, Я. В. Бочкарев, В. С. Лапшенкова; под ред. Н. П. Розанова. — М.: Агропромиздат, 1985 . – 432 с. : ил . – (Учебники и учеб. пособия для высших с.-х. учеб. заведений) (42 экз.)
2. Каганов, Г.М. Гидротехнические сооружения: Учебник для энерг. и энергостроит. спец. техникумов В 2-х кн.: Кн.1 / Г.М. Каганов, И. С. Румянцев, под ред. Г.М. Каганова . – М. : Энергоатомиздат, 1994 . – 304 с. : ил. - ISBN 5-283-01982-9 (10 экз.)
3. Кузнецов Г. И., Крук Н. В. Инженерное мерзлотоведение : учебное пособие. — Красноярск : СФУ, 2019.
4. Толстенева, А. А. Архитектурная физика : учебное пособие для вузов / А. А. Толстенева, Л. И. Кутепова, А. А. Абрамов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 175 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06714-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/540357> 7.2.

5. Еремкин, А. И. Тепловой режим зданий : учебное пособие для вузов / А. И. Еремкин, Т. И. Королева. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 304 с. — ISBN 978-5-507-47568-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/392366>

6. Лушин, К. И. Тепловлагопередача через наружные ограждения и расчет теплового баланса помещений и воздухообмена квартиры жилого здания : учебно-методическое пособие / К. И. Лушин, Н. Ю. Плющенко, К. П. Зубарев. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2022. — 51 с. — ISBN 978-5-7264-3116-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/342584>

7. Малявина, Е. Г. Климатические характеристики для строительства в городах России : учебно-методическое пособие / Е. Г. Малявина, О. Ю. Маликова, А. А. Фролова. — Москва : МИСИ – МГСУ, 2022. — 47 с. — ISBN 978-5-7264-3143-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/342470>

8. Колос А. Ф., Колос И. В., Конон А. А. Решение типовых задач по проектированию земляного полотна на многолетнемерзлых грунтах : учебное пособие. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2022.

7.3. Нормативные правовые акты

1. Справочное пособие к СНиП 23-01-99* Строительная климатология М.: НИИ строительной физики РААСН, 2006 г.

2. ГОСТ Р 55912-2020 Климатология строительная. Номенклатура показателей наружного воздуха. ФГБУ "Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук" (НИИСФ РААСН). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2020

3. **СП 131.13330.2020 Строительная климатология СНиП 23-01-99*** (с Изменением N 1) Применяется с 25.06.2021. ФГБУ "Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук" (НИИСФ РААСН). Официальное издание. М.: Стандартинформ, 2021г.

4. СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» — базовый документ для проектируемых, строящихся, эксплуатируемых, реконструируемых, консервируемых и ликвидируемых ГТС всех видов и классов.

5. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» — нужен для связи температурных напряжений с бетонными и железобетонными конструкциями; документ устанавливает требования к проектированию конструкций из разных видов бетона.

6. ГОСТ Р 22.1.11-2024 — для блока мониторинга и безопасности ГТС.

7. □Федеральный закон № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» — как рамочный документ, если в дисциплине обсуждаются эксплуатационные риски, трещинообразование, мониторинг и безопасность.

7.4. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Глушанкова, Л. Я. Элементы уравнений математической физики : учебное пособие / Л. Я. Глушанкова, И. А. Голубева. — Минск : БНТУ, 2017. — 26 с. — ISBN 978-985-550-651-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/247862> (дата обращения: 15.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 27.).

2. Линейные и нелинейные уравнения физики : учебное пособие / составители А. В. Копытов, А. В. Кособуцкий. — Кемерово : КемГУ, 2018 — Часть 1 : Уравнения математической физики — 2018. — 82 с. — ISBN 978-5-8353-2234-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111491> (дата обращения: 15.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гришанина, Г. Э. Уравнения математической физики : учебное пособие / Г. Э. Гришанина. — Дубна : Государственный университет «Дубна», 2018 — Часть 1 — 2018. — 52 с. — ISBN 978-5-89847-539-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154507> (дата обращения: 15.10.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Деревич, И. В. Практикум по уравнениям математической физики : учебное пособие / И. В. Деревич. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 428 с. — ISBN 978-5-8114-2601-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212843> (дата обращения: 15.10.2022)

8. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Комплексы программ Microsoft Office, Интернет ресурсы - <http://www.rushydro.ru> (открытый доступ) и gosnadzor.ru (открытый доступ).

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год
1	Все разделы	«Консультант Плюс»	Справочная правовая система	н/д	2025 г.
2	Все разделы	MIDAS	Расчётная программа	Компания MIDAS	2025

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

Для проведения занятий необходимо:

1. Компьютерный класс с числом оборудованных компьютерами мест не менее 15. Компьютеры с операционной системой Win 10 или более поздние версии, процессоры с частотой не менее 2 000 МГц, RAM 8 Гбт. (15 шт.).
2. Установленный на каждый компьютер пакет программ Office 2025 (Word, Excel, Access, PowerPoint) или более поздней версии, Libre Office.
3. Проектор и экран (передвижной или стационарный) .
4. Ноутбук.
5. Современная доска с аксессуарами.

Таблица 9

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для проведения курсового проектирования, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы № 352 кор.29 (ул. Б. Академическая д. 44 строение 5)	Компьютеры с программным комплексом Инвентаризационный номер 210134000000500÷210134000000514
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы. № 233 кор.29 (ул. Б. Академическая д. 44 строение 5)	Компьютеры с программным комплексом: преподавательский компьютер: инвентаризационный номер 2101340105; студенческие компьютеры: 210134000000467÷210134000000477, 210134000000926, ...932, ...1346÷...1353 Видеопроектор: инвентаризационный номер 410134000001135; экран, доска
Читальный зал кор.29 (ул. Б. Академическая д. 44 строение 5)	Техническая литература, нормативные документы, компьютеры с выходом в интернет

11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

При освоении дисциплины «Строительная физика» студенту рекомендуется рассматривать изучаемый материал как основу для инженерной оценки температурного состояния гидротехнических сооружений. Основное внимание следует уделять не только запоминанию понятий, но и пониманию физической связи между температурными воздействиями, теплопроводностью, температурными деформациями, напряжениями, трещинообразованием и эксплуатационной надёжностью сооружений.

В процессе изучения дисциплины студенту необходимо:

Систематически работать с лекционным материалом, выделяя основные физические понятия: температурное поле, тепловой поток, коэффициент теплопроводности, теплоёмкость, температурный градиент, граничные условия, температурные напряжения.

Перед практическими и лабораторными занятиями повторять расчётные зависимости, используемые при решении задач теплопроводности, остывания бетонных массивов, промерзания и оттаивания грунтов, оценки температурных воздействий на бетонные и грунтовые гидротехнические сооружения.

При выполнении расчётных заданий обязательно фиксировать исходные данные, включая геометрические параметры сооружения, свойства материала, температуру воздуха, воды и основания, начальные и граничные условия, расчётный период и принятые допущения.

Оформлять результаты расчётов в инженерной форме: приводить расчётную схему, таблицу исходных данных, основные формулы, ход расчёта, график или схему распределения температуры, а также краткий вывод о физическом смысле полученного результата.

При анализе температурного режима ГТС связывать расчётный результат с инженерным решением: оценивать возможность температурного трещинообразования, промерзания или оттаивания грунта, образования зон повышенного температурного градиента, конденсации влаги, нарушения режима эксплуатации.

Использовать нормативные и справочные материалы для выбора климатических параметров, теплофизических характеристик материалов и требований к расчётному обоснованию проектных решений.

Применять цифровые инструменты для обработки расчётных данных: электронные таблицы, графики распределения температуры, простые расчётные шаблоны, а при наличии соответствующего задания — специализированные программные комплексы.

При подготовке к зачёту с оценкой особое внимание уделять умению объяснять физическую природу температурных процессов и обосновывать выбор расчётной схемы, а не только воспроизводить определения.

Пропущенные занятия отрабатываются путём самостоятельного изучения соответствующей темы, выполнения расчётного или аналитического задания и собеседования с преподавателем. При отработке лабораторной работы студент представляет расчёт, график или таблицу результатов и краткий инженерный вывод.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При организации обучения по дисциплине «Строительная физика» рекомендуется выстраивать материал по логике перехода от физического процесса к инженерному расчёту и далее к оценке состояния гидротехнического сооружения:

температурное воздействие → расчётная схема → температурное поле → деформации и напряжения → риск повреждения → инженерное мероприятие.

Лекционные занятия целесообразно строить как проблемно-ориентированные, с опорой на реальные задачи гидротехнического строительства и эксплуатации: температурное трещинообразование массивного бетона, зимнее бетонирование, тепловой режим грунтовых и мёрзлых плотин, конденсация в галереях, температурные воздействия на ячеистые конструкции и хвостохранилища.

Практические и лабораторные занятия рекомендуется проводить в расчётно-аналитическом формате. Каждое задание должно включать:

1. постановку инженерной задачи;
2. исходные данные;
3. расчётную схему;
4. выбор метода расчёта;
5. выполнение расчёта;
6. графическое или табличное представление результата;
7. инженерный вывод.

При проведении занятий следует обращать внимание студентов на физический смысл расчётов. Например, при изучении теплопроводности важно показать, как температурный градиент связан с тепловым потоком; при изучении температурных напряжений — как неравномерное распределение температуры приводит к деформациям и трещинообразованию; при изучении мёрзлых грунтов — как положение нулевой изотермы влияет на устойчивость тела и основания плотины.

Для усиления практической направленности дисциплины рекомендуется использовать кейсы по следующим направлениям:

- температурные трещины в бетонной плотине;
- выбор мероприятий по регулированию температуры бетонной смеси;
- оценка риска промерзания или оттаивания грунтовой плотины;
- анализ конденсации влаги в галерее водосбросной плотины;
- расчёт пляжа намыва хвостохранилища в зимний период;
- оценка температурного режима сооружения в условиях климатической изменчивости.

При использовании цифровых инструментов рекомендуется сочетать простые и доступные средства расчёта с инженерными программными комплексами. Для начального уровня целесообразно применять электронные таблицы для расчётов и построения графиков. Для демонстрации более сложных задач возможно использование специализированных расчётных комплексов, позволяющих визуализировать температурные поля и зоны повышенных температурных градиентов.

Контроль освоения дисциплины рекомендуется ориентировать на проверку не только теоретических знаний, но и инженерного мышления студента. При оценивании следует учитывать умение студента:

- выбрать исходные данные и расчётную схему;
- корректно применить расчётные зависимости;
- построить график или таблицу результата;
- объяснить физический смысл полученного решения;
- выявить возможный риск для ГТС;
- предложить обоснованное инженерное мероприятие.

Итоговая аттестация в форме зачёта с оценкой должна включать теоретический вопрос и расчётно-аналитический элемент, позволяющий проверить способность студента применять системный подход к решению задач строительной физики гидротехнических сооружений.

Заключение

Эти методические указания помогут студентам и преподавателям организовать учебный процесс по дисциплине более эффективно. Следуя

данным рекомендациям, можно добиться глубокого понимания предмета и развития практических навыков, необходимых для успешной карьеры.

Разработчик программы

Доцент кафедры гидротехнических
сооружений, к.т.н.

_____ Зборовская М.И.
(подпись)

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.09 «Строительная физика»
ОПОП ВО по направлению 08.03.01 «Строительство»,
направленность «Гидротехническое строительство»
(квалификация выпускника – бакалавр)

и.о. заведующего кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций ИМВХС имени А.Н. Костякова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, к.т.н. доцентом Али Мунзер Сулейманом (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Строительная физика» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 - «Строительство», направленность «Гидротехническое строительство» (уровень обучения - бакалавриат) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре «Гидротехнические сооружения» (разработчик – Зборовская М.И., доцент, к.т.н.).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Строительная физика» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 08.03.01 - «Строительство». 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 08.03.01 - «Строительство».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Строительная физика» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Строительная физика» и представленная Программа способны 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 «Строительная физика» составляет 3 зачётных единицы (108 часов, в том числе 0 часов практической подготовки).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Строительная физика» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 08.03.01 - «Строительство» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

9. Программа дисциплины «Строительная физика» предполагает 13 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 08.03.01 - «Строительство».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в анализе конкретных ситуаций (кейсов), лабораторная работа в форме игрового проектирования (в профессиональной области)), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 08.03.01 - «Строительство».

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

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источников (базовый учебник), дополнительной литературой – 10 наименований, нормативными изданиями – 3 источника, методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям - 4 источника со ссылкой на электронные ресурсы, интернет-ресурсы – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 08.03.01 - «Строительство».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Строительная физика» 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 «Строительная физика».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Строительная физика» ОПОП ВО по направлению 08.03.01 - «Строительство», направленность «Гидротехническое строительство» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Зборовской М.И., к.т.н. доцентом, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Али Мунзер Сулейман, и.о. заведующего кафедрой сельскохозяйственного водоснабжения, водоотведения, насосов и насосных станций
ИМВХС имени А. Н. Костякова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева»,
кандидат технических наук, доцент

