



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе дисциплины)
**«СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ
И ОТОПЛЕНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки
08.03.01 СТРОИТЕЛЬСТВО

Профиль программы
**«ИНЖИНИРИНГ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ
КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА»**

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства
кафедра строительства

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1.1 Результаты освоения дисциплины

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными компетенциями

Код и наименование компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями
ПК-1 Способен разрабатывать проектную документацию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объекта капитального строительства с применением технологий информационного моделирования	Системы централизованного теплоснабжения и отопления	Знать: методики расчетов тепловых нагрузок на нужды технологии, отопления, вентиляции и горячего водоснабжения; схемы, состав оборудования и режимы работы современных и перспективных источников теплоты; системы теплоснабжения и теплоносители; методы регулирования в системах теплоснабжения; конструкции и методики расчетов тепловых сетей и тепловых пунктов; - назначение, устройство и принцип действия отопления; - санитарно-гигиенические и технико-экономические требования к системам отопления; - устройство различных систем водяного, парового, воздушного, панельно-лучистого, электрического и печного отопления; - различные виды и характеристики отопительных приборов, теплопроводов, запорно-регулирующей арматуры, воздухоохладителей, расширительных баков, редукционных клапанов, конденсатоотводчиков и др. оборудования. Уметь: определять тепловые нагрузки потребителей, строить температурный график регулирования в тепловых сетях, пьезометрический график системы теплоснабжения; уметь правильно выбирать расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха для проектирования отопления в соответствии с санитарно-гигиеническими и технологическими требованиями; - выбрать и запроектировать систему отопления жилого, общественного или

		производственного здания, обеспечивающую требуемые санитарно-гигиенические условия при эффективном использовании энергии. Владеть: методиками расчетов тепловых сетей и тепловых пунктов; методиками расчета теплообменного оборудования; методикой оптимального выбора оборудования источников теплоты и тепловых пунктов; методами теплового и гидравлического расчета различных систем отопления
--	--	--

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов;

К оценочным средствам для промежуточной аттестации, проводимой в форме экзамена, относятся:

- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий открытого и закрытого типов.

1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только не-	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовле-	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	которые из имеющихся у него сведений		кает в исследовании новые релевантные задаче данные	исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий открытого и закрытого типа осуществляется по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80% правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 100 % правильных ответов). Для заданий открытого типа оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ПК-1: Способен разрабатывать проектную документацию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха объекта капитального строительства с применением технологий информационного моделирования.

Тестовые задания открытого типа:

1. Водяная система теплоснабжения, в которой сетевая вода используется для системы горячего водоснабжения как теплоноситель, без водоразбора называется

Ответ: Закрытая

2. Котельная, которая осуществляет теплоснабжение технологических потребителей, а также дающая теплоту на нужды ОВ и ГВС называется

Ответ: Производственно- отопительная

3. Место осуществления центрального регулирования тепловой нагрузки

Ответ: Источник теплоты (ТЭЦ или котельная).

4. Двухступенчатая схема присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения применяется при каком значении отношения тепловой нагрузки отопления к тепловой нагрузке горячего водоснабжения

Ответ: В пределах 0,2 – 1,0.

5. Обязательное требование к транзитной прокладке тепловых сетей по территории детских дошкольных, школьных и лечебно-профилактических учреждений

Ответ: Только подземная в монолитных железобетонных каналах с гидроизоляцией

6. Опоры, обеспечивающие свободное перемещение трубопровода

Ответ: скользящие

7. Количество категорий котельных по надежности отпуска теплоты потребителям

Ответ: две

8. Наиболее широко применяемый способ центрального регулирования в водяных системах

Ответ: Качественный

9. Уклон трубопроводов тепловых сетей независимо от направления движения теплоносителя и способа прокладки теплопроводов должен быть

Ответ: не менее 0,002

10. Мероприятия, выполняемые при пересечении тепловыми сетями действующих сетей водопровода и канализации, расположенных над трубопроводами тепловых сетей

Ответ: устройство футляров на трубопроводах водопровода, канализации на длине 2 м по обе стороны от пересечения

11. Требования к средствам автоматизации и контроля, которые должны обеспечить работу тепловых пунктов и насосных станций

Ответ: С пребыванием персонала не более 50% рабочего времени

12. Расчетная температура наружного воздуха для отопления

Ответ: Средняя наиболее холодной пятидневки

13. Две основные схемы присоединения отопительных установок к тепловой сети

Ответ: зависимая и независимая

14. Установка калориферов параллельно «по воздуху» дает возможность

Ответ: Подогревать большие объемы воздуха до требуемой температуры

15. Рекуператор выполняет функцию:

Ответ: Теплообменника для использования тепла удаляемого воздуха в приточной системе

16. Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определяется в зависимости от:

Ответ: Градусо-суток отопительного периода

17. Отоплением обеспечивается следующий параметр внутреннего воздуха -

Ответ: Температура внутреннего воздуха

18. По какому виду теплоты составляется тепловой баланс помещения для проектирования отопления:

Ответ: по явной теплоте

По характеру циркуляции различают системы отопления

Ответ: с естественным и принудительным движением воды

Отопление, при котором генератор тепла и нагревательный прибор конструктивно скомпонованы вместе и установлены в обогреваемом помещении, называется

Ответ: местным

Задачей гидравлического расчета системы водяного отопления является:

Ответ: определение потерь давления и диаметра труб

Неорганизованный выход наружу внутреннего воздуха через неплотности в наружных ограждениях называют:

Ответ: эксфильтрацией

23. В насосных системах водяного отопления расширительный сосуд присоединяют с центральным трубопроводом:

Ответ: перед насосом

Тестовые задания закрытого типа:

24. Принцип регулирования тепловых нагрузок, который в большей степени снижает расход воды из тепловой сети

1. По нагрузке отопления и вентиляции.
2. Связанный.
3. По нагрузке горячего водоснабжения.
4. По суммарной нагрузке.
5. Несвязанный.

25. Параметры, изменением которых можно центрально регулировать тепловую нагрузку

1. Коэффициент теплопередачи нагревательных приборов.
2. Площадь включенной поверхности нагрева.
3. **Температура греющего теплоносителя на входе в прибор.**
4. Длительность работы системы.
5. **Расход греющего теплоносителя.**

26. Мероприятия предусматриваемые в местах пересечения тепловых сетей при их подземной прокладке в каналах или тоннелях с газопроводами

1. **установка футляра на газопроводе с выводом контрольной трубки под ковер**
2. установка устройства для отбора проб на утечку на расстоянии не более 15 м по обе стороны от газопровода
3. установка футляра на трубопроводе тепловых сетей на расстоянии не более 15 м по обе стороны от газопровода
4. специальных мероприятий не требуется

27. При эксплуатации тепловых сетей утечка теплоносителя не должна превышать норму, которая составляет

- 1 0,2% среднегодового объема воды в тепловой сети и присоединенных к ней системах теплоснабжения в час
- 2 0,1% среднегодового объема воды в тепловой сети и присоединенных к ней системах теплоснабжения в час
- 3 **0,25% среднегодового объема воды в тепловой сети и присоединенных к ней системах теплоснабжения в час**

28. горизонтальные секционные кожухотрубные водоподогреватели систем горячего водоснабжения греющая вода из тепловой сети должна поступать

1. в трубки
2. **в межтрубное пространство**
3. в трубки или межтрубное пространство

29. Для поддержания заданных параметров теплоносителя, поступающего в системы отопления, горячего водоснабжения тепловые пункты оснащаются

1. грязевиками
2. смесительными насосами
3. конденсатосборниками
4. **автоматическими регуляторами**

30. Длительность отопительного сезона зависит от

1. температуры воздуха в помещениях
2. температуры теплоносителя
3. **климатических условий**
4. потерь теплоты

3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

№ 1. Определение тепловых нагрузок

Определить для условий г. Хабаровска расчетные тепловые потоки на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение пяти кварталов района города (см. рис. 1).

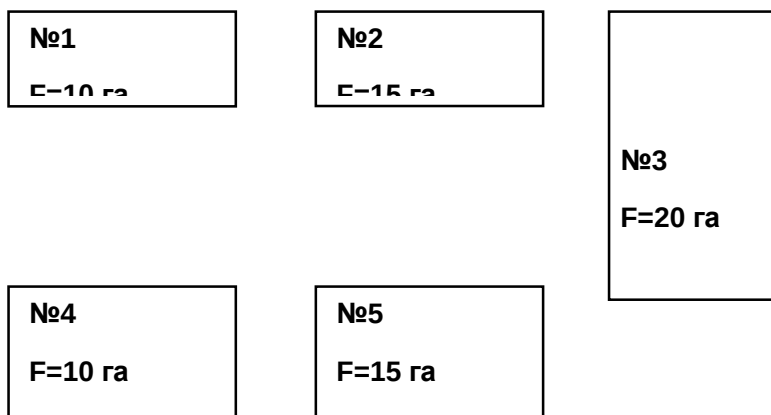


Рис.1 - Район города.

Расчетная температура наружного воздуха для проектирования систем отопления $t_0 = -31$ °С. Плотность населения $P = 400$ чел/га. Общая площадь жилого здания на одного жителя $f_{\text{общ}} = 18$ м²/чел. Средняя за отопительный период норма расхода горячей воды на одного жителя в сутки $a = 115$ л/сутки.

№ 2. Выбор оборудования тепловых пунктов

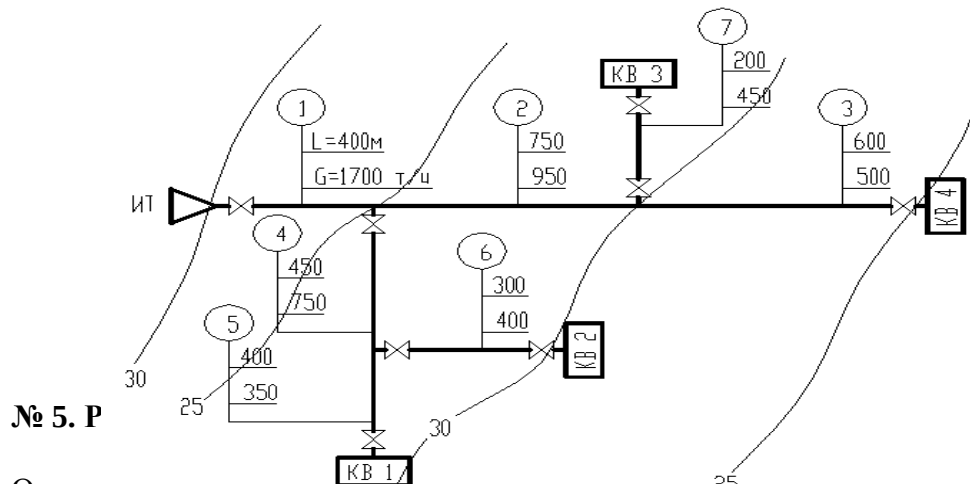
Для системы отопления с расчетным расходом сетевой воды на отопление $G = 3,75$ т/ч и расчетным коэффициентом смешения $U_p = 2,2$, определить диаметр горловины элеватора и диаметр сопла исходя из условия использования необходимого располагаемого напора. Потери напора в системе отопления при расчетном расходе смешанной воды $h = 1,5$ м. Располагаемый напор в тепловом пункте перед системой отопления $H_{\text{тп}} = 28$ м.

№ 3. Построение графиков центрального качественного регулирования.

Для открытой системы теплоснабжения построить график центрального качественного регулирования отпуска теплоты по совместной нагрузке отопления и горячего водоснабжения (скорректированный температурный график). Расчётные расходы теплоты на отопление $Q_o = 200$ МВт, на горячее водоснабжение $Q_{hm} = 50$ МВт, балансовый коэффициент $K_6 = 1,1$. Температура горячей воды в системе горячего водоснабжения $t_h = 60$ °С, холодной $t_c = 5$ °С, $t'_{1,o} = 150$ °С, $t'_{2,o} = 70$ °С, $t_o = -25$ °С, $t_i = 18$ °С, $t'_{3,o} = 95$ °С.

№ 4. Гидравлический расчет теплопроводов.

Выполнить гидравлический расчет магистральных теплопроводов двухтрубной водяной тепловой сети закрытой системы теплоснабжения. Расчетная схема теплосети от источника теплоты (ИТ) до кварталов города (КВ) приведена на рис. 2. Для компенсации температурных деформаций предусмотреть сальниковые компенсаторы. Удельные потери давления по главной магистрали принять в размере 30-80 Па/м.

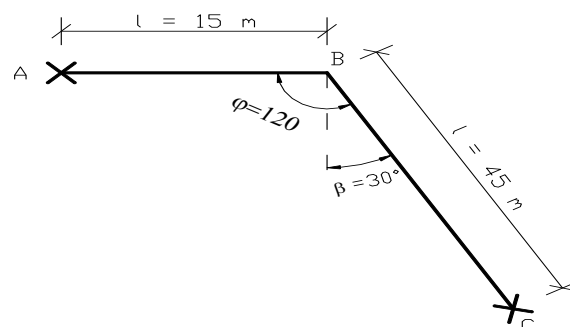


Определить по формулам теплопотери тепловой сети, теплопроводности тепловой изоляции для двухтрубной тепловой сети с $d_n = 159$ мм, проложенной в канале типа КЛП 90х45. Глубина заложения канала $h_k = 1,0$ м. Среднегодовая температура грунта на глубине заложения оси трубопроводов

$t_0 = 4$ °С. Теплопроводность грунта $\lambda_{гр} = 2,0$ Вт/м град. Тепловая изоляция - маты из стеклянного штапельного волокна с защитным покрытием из стеклопластика рулонного РСТ. Среднегодовая температура теплоносителя в подающем трубопроводе составляет $t_1 = 86$ °С, в обратном $t_2 = 48$ С.

№ 6. Определение изгибающего напряжения от термических деформаций в трубопроводе

Определить изгибающее напряжение от термических деформаций в трубопроводе диаметром $d_n = 159$ мм у неподвижной опоры А (рис.3) при расчетной температуре



теплоносителя $t = 150$ °С и температуре окружающей среды $t_0 = -31$ °С. Модуль продольной упругости стали $E = 2 \times 10^5$ МПа, коэффициент линейного расширения $\alpha = 1,25 \times 10^{-5}$ 1/°С. Сравнить с допускаемым напряжением $\sigma_{доп} = 80$ МПа

Рис.3 - Расчетная схема.

4 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

4.1 Курсовой проект направлен на закрепление полученных теоретических знаний и приобретение умений и навыков путем решения конкретных инженерных задач, и приобретение навыков проектирования систем централизованного теплоснабжения.

Курсовой проект на тему «Теплоснабжение района города» предполагает проработку ряда задач, а именно:

1. Определение тепловых потоков на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение.
2. Построение годового графика расхода тепла в зависимости от температуры наружного воздуха.
3. Расчет регулирования тепловых нагрузок и построение графика регулирования отпуска теплоты.
4. Выбор трассы тепловой сети.
5. Определение расходов теплоносителя.
6. Гидравлический расчет в первом приближении.
7. Разработка монтажной схемы тепловой сети.
8. Гидравлический расчет во втором приближении.
9. Построение пьезометрического графика.
10. Расчет толщины тепловой изоляции.
11. Расчет толщин стенок труб с учетом внутреннего давления. Проверка прочности по нормальным напряжениям. Расчет осевых усилий на неподвижные опоры. Расчет криволинейных участков.
12. Выбор насосного оборудования системы теплоснабжения.

Задание по курсовому проекту включает следующие данные:

1. Пункт строительства
2. Номер генплана района города
3. Теплоснабжение от ТЭЦ №
4. Этажность застройки кварталов
5. Обеспеченность жителей общей площадью, $f_{\text{пол}}$, $\text{м}^2/\text{чел}$
6. Плотность населения
7. Тепловая сеть
8. Теплоноситель и его параметры
9. Схема присоединения отопительной установки
10. Уровень грунтовых вод от поверхности земли, м

Защита курсового проекта проводится после предоставления завершенной работы и устранения всех замечаний по расчетной и графической части. Защита проводится устно в формате собеседования по материалам работы и в форме ответа на контрольные вопросы. Общее количество вопросов зависит от качества ответов студента и уровня владения материалом представленной работы.

Типовые вопросы для защиты курсового проекта:

1. Определение расходов теплоты.
2. График продолжительности тепловых нагрузок.
3. Методы регулирования в системах теплоснабжения.
4. Центральное регулирование однородной тепловой нагрузки.
5. Центральное регулирование разнородной тепловой нагрузки.
6. Выбор метода регулирования тепловой нагрузки.
7. Трасса и способ прокладки тепловых сетей.
8. Определение расчетных расходов теплоносителя в системах теплоснабжения.
9. Порядок гидравлического расчета тепловых сетей.
10. Выбор способа присоединения абонентов в соответствии с пьезометрическими линиями.
11. Трасса и профиль тепловой сети.
12. Подземные канальные прокладки тепловых сетей.
13. Поверхностные бесканальные прокладки тепловых сетей.
14. Промежуточные опоры (назначение, определение расстояний между опорами, конструктивное исполнение).
15. Неподвижные опоры (назначение, определение усилий, конструктивное исполнение).
16. Компенсация температурных деформаций (теоретические основы, классификация компенсирующих устройств).
17. Основные зависимости теплового расчета теплопроводов.
18. Тепловые потери и коэффициент эффективности тепловой изоляции.

5 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Расчетно-графическая работа на тему «Отопление общественного здания» предполагает проработку ряда задач.

Задания:

1. Выбор и обоснование системы отопления здания
2. Составление аксонометрической схемы системы отопления
3. Расчет циркуляционного давления в системе
4. Гидравлический расчет трубопроводов системы отопления по удельным линейным потерям давления
5. Тепловой расчет отопительных приборов
6. Расчет и выбор оборудования теплового пункта здания

Задание включает следующие данные:

1. Описание проектируемого объекта.
2. Архитектурно-строительные планировки и разрезы проектируемого объекта.
3. Географическое положение проектируемого объекта.
4. Конструкции наружных стен, перекрытий и бесчердачных покрытий.
5. Параметры теплоносителя в тепловых сетях и в системе отопления объекта.
6. Тип отопительных приборов.
7. Тип системы отопления здания.

Контрольные вопросы:

1. Потери теплоты через отдельные ограждения в помещении
2. Потери теплоты на нагревание наружного воздуха при инфильтрации через наружные ограждения
3. Тепловой баланс помещения
4. Удельная тепловая характеристика здания и расчет потребности в теплоте на отопление по укрупненным измерителям.
5. Выбор и размещение отопительных приборов.
6. Плотность теплового потока отопительного прибора и другие их характеристики
7. Тепловой расчет отопительных приборов.
8. Размещение запорно-регулирующей арматуры. Удаление воздуха из системы отопления. Изоляция теплопроводов
9. Тепловой пункт системы водяного отопления.
10. Циркуляционный насос системы водяного отопления.
11. Расширительный бак системы водяного отопления
12. Способы гидравлического расчета системы водяного отопления
13. Гидравлический расчет системы водяного отопления по удельной линейной потере давления
14. Гидравлический расчет системы водяного отопления по характеристикам сопротивления и проводимостям
15. Процесс проектирования; состав проекта отопления.
16. Нормы и правила проектирования отопления.
17. Последовательность проектирования отопления.

4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Системы централизованного теплоснабжения и отопления» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство.

Преподаватель-разработчик – д.т.н., доцент И.С. Александров

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой строительства.

Заведующий кафедрой

Р.А. Шестаков

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией института морских технологий, энергетики и строительства (протокол № 6 от 26.08.2025 г.).

Председатель методической комиссии ИМТЭС

О.А. Белых