

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
"Ивановский государственный политехнический университет"**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института _____

_____ 2026 г.

Тепло- и массоперенос в материалах и процессах

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	АрхУ (Архитектуры и урбанистики)		
Учебный план	22.03.01 Материаловедение и технологии материалов		
Направленность (профиль)	Технологии и экспертиза функциональных материалов		
Квалификация	бакалавр		
Форма обучения	очная		
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ		
Часов по учебному плану	64	Виды контроля в семестрах: зачет, 5 семестр	
в том числе:			
аудиторные занятия	30		
самостоятельная работа	34		

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5		Итого	
	УП	РП	УП	РП
Вид занятий				
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	14	14	14	14
Итого ауд.	30	30	30	30
Контактная работа	30	30	30	30
Сам. работа	34	34	34	34
Часы на контроль				
Итого	64	64	64	64

Программу составил(и):

Касаткина Н.К., доцент, _____

Рецензент(ы):

Акулова М.В., профессор, _____

Рабочая программа дисциплины

Тепло- и массоперенос в материалах и процессах

Разработана в соответствии с ФГОС ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов. Утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 2 июня 2020 г. N 701

составлена на основании учебного плана

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

утвержденного ученым советом вуза от 26.03.2026 протокол №6

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

АрхУ (Архитектуры и урбанистики)

Зав. кафедрой Акулова М.В. _____

Согласовано

Зав. выпускающей кафедрой МТСМ Грузинцева Н.А. _____

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Цели:	Целью освоения дисциплины «Тепло- и массоперенос в материалах и процессах» является ознакомление студентов с основными физическими моделями переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах, методами расчета потоков теплоты и массы, методами экспериментального изучения процессов теплообмена.
Задачи:	Задачи изучения дисциплины: - ознакомление студентов с процессами переноса теплоты и массы, - освоение студентами методов расчета температурных полей, тепловых потоков, потоков вещества в элементах конструкций, теплотехнических установок, - развитие навыков и умения творческого использования закономерностей теплообмена при решении технологических задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП: Б1.В.ДВ.04.01	
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
	Для изучения дисциплины студент должен знать: - фундаментальные основы высшей математики; - фундаментальные понятия и законы физики; - виды строительных материалов; уметь: - применять знания, полученные при изучении математики и физики; владеть: - навыками решения математических задач. - современными методами постановки и решения задач физики.
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
	Дисциплина «Тепло- и массоперенос в материалах и процессах» служит базовой для изучения таких дисциплин как: «Заполнители и наполнители»

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

ДПК-1:Способен решать профессиональные задачи с помощью знаний, приобретенных в процессе формирования индивидуальной образовательной траектории	
ДПК-1.2. Реализует творческое отношение к решению профессиональных задач	
В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:	
Знать:	– законы и основные модели переноса теплоты и массы.
Уметь:	– осуществлять сбор исходных данных; – пользоваться справочными пособиями для определения различных параметров; – рассчитывать тепловые потоки, температурные поля (поля концентраций веществ) в материалах и теплотехнических установках.
Владеть:	– основами применения инновационных подходов к организации деятельности; – навыками творческого решения профессиональных задач.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)			
Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Примечание
Раздел 1. Теплопроводность. Тема 1. Основные понятия и определения. Тема 2. Теплопроводность плоской одно- и многослойной стенки. Тема 3. Теплопроводность цилиндрической одно- и многослойной стенки.			
/Лек/	5	6	
/Лаб/	5	4	
/СР/	5	12	
Раздел 2. Конвективный теплообмен. Теплопередача. Тема 1. Конвективный теплообмен Тема 2. Теплопередача через стенку. Термическое сопротивление теплопроводности. Тема 3. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Тема 4. Средняя разность температур. Классификация теплообменных аппаратов. Тема 5. Тепловой расчет теплообменных аппаратов.			
/Лек/	5	6	
/Лаб/	5	10	
/СР/	5	15	
Раздел 3. Массоперенос в капиллярно-пористых телах.			
/Лек/	5	4	
/СР/	5	7	
/За/	5	0	

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В рамках внутренней системы оценки качества подготовки для текущего контроля и промежуточной аттестации в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся (очной формы обучения). При реализации образовательной программы в университете применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Для проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы используются технологии видеоконференцсвязи. Для проведения всех видов занятий используется электронная информационно-образовательная среда вуза. Образовательная деятельность по образовательной программе проводится в форме контактной работы, самостоятельной работы обучающихся, в иных формах. Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде. Контактная работа при проведении учебных занятий по дисциплине включает в себя: занятия лекционного типа, лабораторные занятия, групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с педагогическими работниками (в том числе индивидуальные консультации); иную контактную работу (при необходимости), предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическими работниками. При проведении занятий и организации самостоятельной работы обучающихся используются следующие технологии. Традиционные технологии обучения, предполагающие передачу информации в готовом виде, формирование учебных умений по образцу: информационная лекция, лекция-визуализация, семинарские занятия, самостоятельная работа. Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием презентаций. При проведении лабораторных работ создаются условия для максимально самостоятельного выполнения предлагаемых заданий. При проведении лабораторных занятий для эффективного усвоения учебного материала используются следующие методы обучения: - презентации с использованием различных вспомогательных средств: демонстрационный комплекс (ПК, монитор, ноутбук); - работа в команде, направленная на совместную деятельность студентов в группе под руководством лидера на решение общей задачи путем сложения творческих результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности; - обратная связь: позволяет выяснить реакцию учащихся на обсуждаемые темы, увидеть достоинства и недостатки организации и проведения обучения, оценить результат; Самостоятельная работа Средством формирования общепрофессиональных компетенций выступает, помимо аудиторной, и самостоятельная работа. Это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются следующие её формы: - подготовка к проверке текущего контроля знаний включает в себя работу с конспектом лекций; с ресурсами Интернета; составление плана и тезисов ответа; - подготовка к лабораторным занятиям, включает в себя работу с конспектом лекций; с нормативными документами и справочной литературой; с ресурсами Интернета; - подготовка к зачету включает в себя работу с конспектом лекций; с ресурсами Интернета.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА
Оценка качества освоения дисциплины включает текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию (зачет), о

чем преподаватель информирует обучающихся в течение первой недели преподавания дисциплины. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация проводятся на основе утвержденного вузом фонда оценочных средств, включающего типовые вопросы к зачету, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Вопросы к зачету

1. Основные определения и термины курса.
2. Классификация основных способов передачи теплоты.
3. Начальные и граничные условия к задачам теплопроводности и диффузии.
5. Подobie тепловых и массообменных процессов. Критерии подобия. Теоремы подобия.
6. Теплопроводность плоской стенки (одно- и многослойной).
7. Теплопроводность цилиндрической стенки (одно- и многослойной).
8. Направления движения теплоносителей. Средняя разность температур.
9. Конвективный теплообмен. Опытные данные по теплоотдаче.
10. Последовательность расчета теплообменных аппаратов.
11. Теплопередача. Термическое сопротивление теплопереносу.
12. Классификация массообменных процессов.
13. Рабочая линия массообменного процесса. Материальный баланс.
14. Взаимосвязанный тепломассоперенос.

Задачи к зачету

Вариант 1 Изолированный горизонтальный трубопровод проложен на открытом воздухе, температура которого $t_{\text{ж}}$. Температура наружной поверхности изоляции равна $t_{\text{ст}}$, наружный диаметр изоляции равен d . Определить коэффициент теплоотдачи и тепловые потери с 1 м длины трубопровода. Во сколько раз возрастут тепловые потери, если трубопровод будет обдуваться поперечным потоком воздуха со скоростью w ?

Вариант 2 Водовоздушный нагреватель выполнен из труб диаметром d . Греющая среда - воздух с температурой на входе $t_{1\text{н}}$ и на выходе $t_{1\text{к}}$. Нагреваемая вода имеет расход G_2 , начальную температуру $T_{2\text{н}}$ и конечную - $T_{2\text{к}}$. Коэффициенты теплоотдачи: от воздуха к трубам - α_1 , от труб к воде - α_2 . Найти площадь поверхности нагрева аппарата для двух случаев: если он выполнен по прямоточной и противоточной схемам. Учесть загрязнение поверхности труб с одной стороны накипью толщиной $\delta_{\text{н}}$ а с другой стороны - слоем масла толщиной $\delta_{\text{м}}$. Теплопроводность трубы принять равной λ .

Вариант 3 В противоточный водоводяной теплообменник, имеющий площадь поверхности нагрева F , греющая вода поступает с температурой t_1 ; ее расход G_1 . Расход нагреваемой воды G_2 , ее температура на входе t_2 . Определить количество передаваемой теплоты и конечные температуры теплоносителей, если известно, что коэффициент теплопередачи K .

Вариант 4 В рекуперативном теплообменном аппарате осуществляется нагрев воды дымовыми газами. Определить поверхность теплообмена аппарата при прямоточном и противоточном движении теплоносителей, если известна: Температура дымовых газов на входе в теплообменник $t_{1\text{н}}$. Температура дымовых газов на выходе из теплообменника $t_{1\text{к}}$. Температура воды на входе в теплообменник $t_{2\text{н}}$. Температура воды на выходе из теплообменника $t_{2\text{к}}$. Расход воды G_2 . Коэффициент теплопроводности стенок труб λ . Коэффициент теплоотдачи от газов к трубам α_1 . Коэффициент теплоотдачи от труб к воде α_2 . Толщина стенок труб δ . Изобразить схематично изменение температур теплоносителей вдоль поверхности теплообмена в обоих случаях. Считать физические свойства дымовых газов тождественными аналогичным свойствам сухого воздуха. Допускается расчет коэффициента теплопередачи производить по формуле для плоской стенки.

ФОС по дисциплине представлен в ПРИЛОЖЕНИИ к РГД.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л1.1	Ерофеев В.Л.	Теплотехника в 2 т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена : учебник для вузов. , ,	Москва : Издательство Юрайт, 2020,
Л1.2	Федосов С.В., Анисимова Н.К.	Тепломассообмен: учеб. пособие, ,	Иван.гос.архит.-строит.акад., Иваново, 2004,
Л1.3	Автухов В.В.	Задачник по процессам тепломассообмена: учебное пособие для вузов, ,	М.: Энергоатомиздат, 1986,

7.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л2.1	Карташов Э.М.	Теория тепломассопереноса: решение задач для многослойных конструкций: учебное пособие для бакалавриата, специалитета и магистратуры. , ,	Москва: Издательство Юрайт, 2019,
Л2.2	Шабаров А.Б.	Теория тепломассопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях : учебное пособие для вузов, ,	Москва : Издательство Юрайт, 2020,
Л2.3	Щепочкина Ю.А., Касаткина Н.К.	Теплоизоляционные материалы: учебное пособие , ,	Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022 ,

7.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие, назначение, ссылка	Издательство, год
Л3.1	Кузнецов Ю.Н.	Тепломассообмен и основы гидродинамики: Прогр., метод.указ. и контрол. задания по курсу, ,	Иваново: ИИСИ, 1992,

7.2. Электронные учебные издания и электронные образовательные ресурсы

7.3. Информационное обеспечение дисциплины

7.3.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Лицензионное программное обеспечение вуза: Windows 7 Professional (лицензия 49261729 от 04.11.2011), Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия 64873126 от 03.06.2015), рабочие станции с предустановленной ОС Windows 8.1 Professional (лицензия подтверждается Сертификатом подлинности (наклейка COA) на компьютере).
Свободно распространяемое: программный пакет Moodle.
Прикладное программное обеспечение: Google Chrome, Opera, Mozilla Firefox и др.

7.3.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

7.3.2.1 ЭБС "Университетская Библиотека Онлайн", <https://biblioclub.ru>

7.3.2.2 Электронная библиотека ИВГПУ, <https://lib.ivgpu.ru/>

7.3.2.3 ЭБС издательства "Лань", <https://e.lanbook.com/>

7.3.2.4 Научная электронная библиотека КиберЛенинка, <https://cyberleninka.ru/>

8. МТО (ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ)

Помещения, оборудование, технические средства обучения.

Помещения для лекционных, лабораторных работ представляют собой учебные аудитории, оснащенные оборудованием (столы, стулья, меловая доска, наглядные пособия, лабораторные установки), и техническими средствами обучения (компьютер, проектор и экран).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекции являются одним из важнейших этапов изучения дисциплины и систематизации знаний у обучающихся. Их необходимо использовать при подготовке к зачету и лабораторным работам.

Лабораторные занятия требуют предварительного знакомства с теоретическим (лекционным) материалом, а также самостоятельного изучения отдельных вопросов по заданным темам. После завершения занятия необходимо проверить правильность выполнения работы у преподавателя, оформить тетрадь.

Самостоятельная работа обучающихся проводится по указанным преподавателям темам и рекомендуемой литературе.

Подготовка к лекционному занятию включает выполнение всех видов заданий, рекомендованных к каждой лекции, т.е. задания выполняются еще до лекционного занятия по соответствующей теме.

В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Необходимо задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Целесообразно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы, рекомендованной преподавателем и предусмотренной учебной программой.

Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий. Самостоятельная работа обучающегося над усвоением учебного материала по учебной дисциплине может выполняться в библиотеке университета, учебных кабинетах, а также в домашних условиях. Содержание самостоятельной работы обучающегося определяется рабочей программой дисциплины, методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Можно дополнить список использованной литературы современными источниками, не представленными в списке рекомендованной литературы и использовать их в дальнейшем обучении.

Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах.

10. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ООП ВО ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

Преподавание дисциплины должно учитывать особенности познавательной деятельности и личностной особенности обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов (по возможности на лекциях, семинарах, лабораторных работах и т.д.). Учет особенностей обучающихся с инвалидностью в полной мере проявляется на предусмотренных для таких обучающихся индивидуальных консультациях по дисциплине.

Необходимо во время преподавания в общей группе учитывать реальные возможности лиц с ОВЗ и инвалидов. Коррекция методики преподавания для данной группы лиц возможна на индивидуальных занятиях. Преподаватель должен учитывать физиологические особенности обучаемого и разработать рекомендации и приемы выполнения поставленной задачи индивидуально. Возможен подбор индивидуального задания с коррекцией уровня сложности выполняемого задания.

Специальные условия для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья условия обучения, воспитания и развития таких обучающихся, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания организаций, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение и дистанционные образовательные технологии должны предусматривать возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Необходимо учитывать тот факт, что обучающиеся не всегда имеют физическую возможность посещать занятия. Поэтому целесообразно разрабатывать дистанционную информационную поддержку процесса обучения. Таким средством могут являться обучающие компьютерные фильмы по данной дисциплине, презентации, которые обучающийся может просматривать дома в комфортной среде и без лимита времени.

Обучающиеся из числа лиц с ОВЗ и инвалидов обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

При проведении занятий в компьютерных лабораториях целесообразно использовать проектор для наиболее удобного размещения обучающегося с ОВЗ при изложении материала занятия.