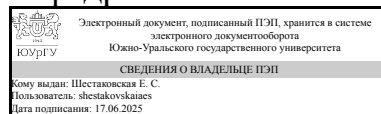


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



Е. С. Шестаковская

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины** 1.Ф.П0.06 Теория теплообмена

**для направления** 01.03.03 Механика и математическое моделирование

**уровень** Бакалавриат

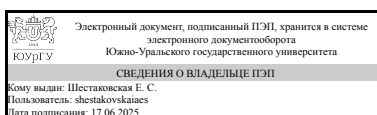
**профиль подготовки** Математическое моделирование и компьютерные технологии с присвоением второй квалификации "бакалавр 09.03.04 Программная инженерия"

**форма обучения** очная

**кафедра-разработчик** Вычислительная механика

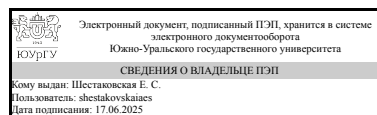
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 10

Зав.кафедрой разработчика,  
к.физ.-мат.н., доц.



Е. С. Шестаковская

Разработчик программы,  
к.физ.-мат.н., доц., заведующий  
кафедрой



Е. С. Шестаковская

## 1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать у студентов представление о физической природе процессов теплообмена, и используемых при изучении этих процессов теоретических, экспериментальных и расчетных методах.

## Краткое содержание дисциплины

Основные положения учения о теплопроводности. Стационарная теплопроводность. Нестационарные процессы теплопроводности. Конвективный теплообмен в однородной среде. Основные положения учения о конвективном теплообмене. Подобие и моделирование конвективного теплообмена. Общие вопросы обработки результатов и расчета конвективной теплоотдачи. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Теплоотдача при вынужденном течении жидкости. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Теплообмен излучением. Основные понятия теории теплового излучения. Радиационный теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                                                                                                                 | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Владение методами механического, физического и математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических дисциплин и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний | Знает: основные понятия и законы теории теплообмена<br>Умеет: применять математические методы для решения уравнения теплопроводности<br>Имеет практический опыт: решения задач теплообмена |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                   |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | Основы теории горения,<br>Физика взрыва,<br>Механика быстротекающих процессов |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

## 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 7                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 108         | 108                                |
| Аудиторные занятия:                                                        | 64          | 64                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 32          | 32                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 32          | 32                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 0           | 0                                  |
| Самостоятельная работа (СРС)                                               | 35,5        | 35,5                               |
| Подготовка к письменным опросам                                            | 10          | 10                                 |
| Выполнение домашних заданий                                                | 16,5        | 16,5                               |
| подготовка к экзамену                                                      | 9           | 9                                  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 8,5         | 8,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |

## 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины             | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    |    |
|-----------|----------------------------------------------|-------------------------------------------|----|----|----|
|           |                                              | Всего                                     | Л  | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основные положения учения о теплопроводности | 2                                         | 2  | 0  | 0  |
| 2         | Стационарная теплопроводность                | 15                                        | 7  | 8  | 0  |
| 3         | Нестационарные процессы теплопроводности     | 14                                        | 6  | 8  | 0  |
| 4         | Конвективный теплообмен в однородной среде   | 18                                        | 10 | 8  | 0  |
| 5         | Теплообмен излучением                        | 15                                        | 7  | 8  | 0  |

### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                 | Кол-во часов |
|----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Основные положения учения о теплопроводности. Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для процессов теплопроводности. | 2            |
| 2-3      | 2         | Передача теплоты через плоскую стенку. Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Передача теплоты через шаровую стенку.                                                                                                                             | 4            |
| 4-5      | 2         | Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты. Теплопроводность плоской стенки. Теплопроводность цилиндрической стенки.                                                                                                                    | 3            |
| 5-6-7    | 3         | Общие положения. Аналитическое описание процесса. Охлаждение (нагревание) неограниченной пластины и бесконечно длинного цилиндра. Охлаждение шара.                                                                                                      | 4            |
| 7-8      | 3         | Охлаждение тел конечных размеров. Зависимость процесса охлаждения от формы и размеров тела. Регулярный режим охлаждения тел.                                                                                                                            | 2            |
| 8-9      | 4         | Основные понятия и определения. Физические свойства жидкости. Постановка краевых задач конвективного теплообмена. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Турбулентный перенос теплоты и количества                                              | 2            |

|       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                   |   |
|-------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|       |   | движения.                                                                                                                                                                                                                                                         |   |
| 9-10  | 4 | Общие положения. Приведение математической формулировки краевой задачи к записи в безразмерных переменных. Безразмерные переменные и уравнения подобия. Условия подобия физических процессов. Следствия из условий подобия. Метод размерностей.                   | 2 |
| 10-11 | 4 | Интегральные уравнения пограничного слоя. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Переход от ламинарного течения к турбулентному. Теплоотдача при турбулентном пограничном слое.                                                                             | 2 |
| 11-12 | 4 | Особенности движения и теплообмена в трубах. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена. Теплоотдача при течении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения и в трубах некруглого сечения, изогнутых и шероховатых трубах. | 2 |
| 12-13 | 4 | Теплоотдача при свободном движении жидкости в большом объеме. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.                                                                                                                             | 2 |
| 13-14 | 5 | Виды лучистых потоков. Вектор излучения. Законы теплового излучения.                                                                                                                                                                                              | 2 |
| 14-15 | 5 | Теплообмен между плоскопараллельными поверхностями, разделёнными прозрачной средой. Теплообмен излучением между телом и его оболочкой, разделёнными прозрачной средой. Теплообмен излучением между телами при наличии защитных экранов.                           | 3 |
| 16    | 5 | Уравнение переноса лучистой энергии. Оптическая толщина среды и режимы излучения. Особенности излучения газов и паров. Лучистый теплообмен между газовой средой и оболочкой.                                                                                      | 2 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                    | Кол-во часов |
|-----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1-2       | 2         | Теплопроводность при стационарном режиме. Внутренние источники теплоты отсутствуют.                                    | 4            |
| 3-4       | 2         | Стационарная теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты.                                               | 4            |
| 5-7       | 3         | Нестационарные процессы теплопроводности. Методы расчета температуры тела и теплового потока. Использование номограмм. | 6            |
| 8         | 3         | Расчет температуры тел конечных размеров. Регулярный режим охлаждения тел.                                             | 2            |
| 9-10      | 4         | Обработка результатов измерения и расчет конвективной теплоотдачи.                                                     | 4            |
| 11-12     | 4         | Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена.                                                           | 4            |
| 13-15     | 5         | Теплообмен излучением между твердыми телами, разделёнными прозрачной средой.                                           | 6            |
| 16        | 5         | Теплообмен излучением в поглощающей среде.                                                                             | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС |                                                                     |         |        |
|----------------|---------------------------------------------------------------------|---------|--------|
| Подвид СРС     | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на | Семестр | Кол-во |

|                                 | ресурс                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |   | часов |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------|
| Подготовка к письменным опросам | ПУМД осн.лит.1: гл. 1 стр. 7-23, гл. 2 стр. 24-43, 65-73, гл. 3 стр. 74-106, гл. 4 стр. 125-142, 149-167, гл. 7 стр. 179-199, гл. 8 стр. 200-221, гл. 16 стр. 361-377, гл. 17 стр. 378-392, ПУМД доп.лит.1: гл. 1 стр. 8-33, гл. 2 стр. 34-68, гл. 3 стр. 69-200, гл. 5 стр. 160-192, гл. 7 стр. 220-244                                                                         | 7 | 10    |
| Выполнение домашних заданий     | ПУМД осн.лит.2, ПУМД осн.лит.3, ЭУМД доп.лит.2: стр. 108-164                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 7 | 16,5  |
| подготовка к экзамену           | ПУМД осн.лит.1: гл. 1 стр. 7-23, гл. 2 стр. 24-43, 65-73, гл. 3 стр. 74-106, гл. 4 стр. 125-142, 149-167, гл. 7 стр. 179-199, гл. 8 стр. 200-221, гл. 16 стр. 361-377, гл. 17 стр. 378-392, ПУМД доп.лит.1: гл. 1 стр. 8-33, гл. 2 стр. 34-68, гл. 3 стр. 69-200, гл. 5 стр. 160-192, гл. 7 стр. 220-244, ЭУМД осн.лит.1: гл. 1 стр. 5-71, гл. 2 стр. 72-106, гл. 3 стр. 107-149 | 7 | 9     |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                   | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1    | 7        | Текущий контроль | Письменный опрос по разделу №1    | 1   | 9          | Опрос содержит 3 вопроса. Каждый вопрос оценивается отдельно: дан полный ответ на вопрос - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов. | экзамен          |
| 2    | 7        | Текущий контроль | Письменный опрос по разделу №2    | 1   | 9          | Опрос содержит 3 вопроса. Каждый вопрос оценивается отдельно: дан полный ответ на вопрос - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов. | экзамен          |
| 3    | 7        | Текущий контроль | Домашнее задание по разделу № 2   | 1   | 30         | Домашнее задание содержит 6 задач. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача                                                                                            | экзамен          |

|   |   |                  |                                 |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|---|---|------------------|---------------------------------|---|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|   |   |                  |                                 |   |    | <p>решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.</p>                                                                                                                                                                                  |         |
| 4 | 7 | Текущий контроль | Письменный опрос по разделу №3  | 1 | 9  | <p>Опрос содержит 3 вопроса. Каждый вопрос оценивается отдельно: дан полный ответ на вопрос - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен |
| 5 | 7 | Текущий контроль | Домашнее задание по разделу № 3 | 1 | 30 | <p>Домашнее задание содержит 6 задач. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.</p> | экзамен |
| 6 | 7 | Текущий контроль | Письменный опрос по разделу №4  | 1 | 9  | <p>Опрос содержит 3 вопроса. Каждый вопрос оценивается отдельно: дан полный ответ на вопрос - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен |
| 7 | 7 | Текущий контроль | Домашнее задание по разделу № 4 | 1 | 30 | <p>Домашнее задание содержит 6 задач. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено.</p> | экзамен |

|    |   |                          |                                 |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|----|---|--------------------------|---------------------------------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 8  | 7 | Текущий контроль         | Письменный опрос по разделу №5  | 1  | 9  | Опрос содержит 3 вопроса. Каждый вопрос оценивается отдельно: дан полный ответ на вопрос - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                        | экзамен |
| 9  | 7 | Текущий контроль         | Домашнее задание по разделу № 5 | 1  | 30 | Домашнее задание содержит 6 задач. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла - задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла - задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла - задача решена неверно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл - задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов - решение не предоставлено. | экзамен |
| 10 | 7 | Текущий контроль         | Тест                            | 10 | 22 | Тест состоит из 13 теоретических вопросов и одной задачи. Теоретические вопросы оцениваются по уровню сложности в 1 балл (10 вопросов), 2 балла (2 вопроса) или 3 балла (1 вопрос), правильно решенная задача оценивается в 5 баллов. Неправильный ответ на вопрос соответствует 0 баллов. На выполнение теста отводится 60 мин.                                                                                                                                                                                                                   | экзамен |
| 11 | 7 | Промежуточная аттестация | Устный опрос                    | -  | 10 | Билет содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.                                                                                                    | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| экзамен                      | Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине проводится на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Если рейтинг студента по | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | текущему контролю менее 60% или студент желает повысить оценку, тогда он проходит мероприятие промежуточной аттестации. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена в виде устного опроса. Студенту выдается билет, содержащий 2 вопроса из разных тем курса. Студенту дается 40 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы. |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                           | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
|             |                                                                               | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ПК-1        | Знает: основные понятия и законы теории теплообмена                           | ++   |   |   | + |   | + |   | + |   | +  | +  |
| ПК-1        | Умеет: применять математические методы для решения уравнения теплопроводности |      |   |   | + |   | + |   | + |   | ++ | +  |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: решения задач теплообмена                            |      |   |   | + |   | + |   | + |   | ++ |    |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Исаченко, В. П. Теплопередача Учебник для теплоэнерг. спец. вузов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоиздат, 1981. - 417 с. ил.
2. Шестаковская, Е. С. Конвективный и радиационный теплообмен в вопросах и задачах [Текст] учеб. пособие по направлению "Механика и мат. моделирование" и др. Е. С. Шестаковская, Н. Л. Клиначева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 55, [1] с. ил. электрон. версия
3. Шестаковская, Е. С. Кондуктивный теплообмен в вопросах и задачах [Текст] учеб. пособие по направлению "Механика и мат. моделирование" и др. Е. С. Шестаковская, Н. Л. Клиначева ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 82, [2] с. ил. электрон. версия

#### б) дополнительная литература:

1. Михеев, М. А. Основы теплопередачи Текст М. А. Михеев, И. М. Михеева. - 3-е изд., репр. - М.: БАСТЕТ, 2010. - 342, [1] с. ил., табл.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. методические рекомендации по выполнению СРС

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. методические рекомендации по выполнению СРС

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---|---------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | ЭБС издательства Лань                    | Дерюгин, В. В. Тепломассообмен / В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 240 с. — ISBN 978-5-507-46436-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/310160">https://e.lanbook.com/book/310160</a> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.      |
| 2 | Дополнительная литература | ЭБС издательства Лань                    | И. К. Общая физика : учебное пособие / И. К. , В. В. Бурдин. — Пермь : ПНИПУ, [б. г.]. — Часть 4 : Гидродинамика и теплообмен — 2011. — 167 с. — ISBN 978-5-398-00588-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/160908">https://e.lanbook.com/book/160908</a> (дата обращения: 17.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Windows(бессрочно)
2. Microsoft-Office(бессрочно)
3. Math Works-MATLAB (Simulink R2008a, SYMBOLIC MATH)(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.   | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекции                          | 708a (1) | мультимедийное оборудование                                                                                                                      |
| Практические занятия и семинары | 707 (1)  | компьютеры, пакет MatLab                                                                                                                         |