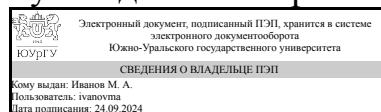


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



М. А. Иванов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.03 Средства компьютерного моделирования и проектирования  
для направления 15.04.01 Машиностроение

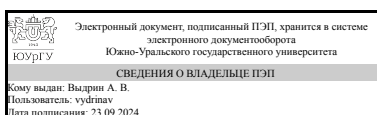
уровень Магистратура

форма обучения очная

кафедра-разработчик Процессы и машины обработки металлов давлением

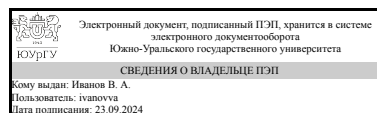
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



А. В. Выдрин

Разработчик программы,  
старший преподаватель



В. А. Иванов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель – формирование целостных знаний о прикладных аспектах информационных технологий в металлургии и навыков принятия решений на основе результатов компьютерного моделирования объектов и технологических процессов металлургии

Задачи: 1. Ознакомиться с актуальными тенденциями использования информационных технологий в металлургии 2. Ознакомиться и получить практические навыки использования современных САД-систем. 3. Ознакомиться и получить практические навыки по использованию современных САЕ-систем. 4. Ознакомиться с библиотеками и базами данных материалов. 5. Ознакомиться с подходами и программными решениями для многокритериальной оптимизации производственных процессов в металлургии.

## Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются вопросы внедрения и применения информационных технологий в металлургии с учетом требований Индустрии 4.0. Акцент делается на современные программные средства компьютерного проектирования (САД-системы), моделирования (САЕ-системы), библиотеки и базы данных по материалам, и многокритериальной оптимизации (МДО-системы). Рассматриваются особенности их функционирования, взаимодействия в рамках жизненного цикла, критические ограничения применимости программных продуктов при решении производственных задач. Отдельное внимание уделено вопросам обеспечения технологической прослеживаемости, использованию статистических производственных данных для проектирования и моделирования, возможностям современных высокопроизводительных вычислений, методов машинного обучения и анализа данных. Разделы дисциплины: 1. Введение. Информационные технологии в металлургической отрасли. Жизненный цикл продукции. Обеспечение технологической прослеживаемости. 2. Современные САД-системы. 3. Современные САЕ-системы. 4. Библиотеки и базы данных материалов. 5. Программные решения для многокритериальной оптимизации (МДО-системы). 6. Индустрия 4.0. Большие данные. Высокопроизводительные вычисления.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                                                | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов | Знает: основы технического проектирования для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности<br>Умеет: выбирать и применять передовые методы и технологии проектирования или использовать творческий подход для разработки новых и оригинальных методов проектирования и разработки<br>Имеет практический опыт: проектирования с использованием компьютерных средств |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                    |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | 1.О.09 Топологическая оптимизация элементов конструкций,<br>1.О.08 Системы инженерного анализа |

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 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                                                                                                  | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                                                                                                     |             | Номер семестра                     |
|                                                                                                                                                     |             | 1                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                                                                                                       | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                                                                                          | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)                                                                                                                                          | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)                                                                          | 16          | 16                                 |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                                                                                            | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                                                                                                 | 35,75       | 35,75                              |
| Подготовка к зачету                                                                                                                                 | 5,75        | 5,75                               |
| Подготовка аналитической записки по теме ВКР. Постановка задач для компьютерного моделирования.                                                     | 14          | 14                                 |
| Подготовка отчета по теме: "Многокритериальная оптимизация в задаче об установившемся течении несжимаемой жидкости через систему конфузور-диффузор" | 8           | 8                                  |
| Подготовка отчета по теме: "Создание твердотельной модели в CAD-системе"                                                                            | 8           | 8                                  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                                                                                             | 4,25        | 4,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                                                                                            | -           | зачет                              |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                               | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Введение. Информационные технологии в металлургической отрасли | 2                                         | 2 | 0  | 0  |
| 2         | CAD-системы                                                    | 6                                         | 2 | 4  | 0  |
| 3         | CAE-системы                                                    | 10                                        | 4 | 6  | 0  |
| 4         | Библиотеки и базы данных материалов                            | 4                                         | 2 | 2  | 0  |

|   |                                                        |   |   |   |   |
|---|--------------------------------------------------------|---|---|---|---|
| 5 | Программные решения для многокритериальной оптимизации | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 6 | Высокопроизводительные вычисления в металлургии        | 4 | 2 | 2 | 0 |
| 7 | Индустрия 4.0. Металлургия. Опыт внедрения решений.    | 2 | 2 | 0 | 0 |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                          | Кол-во часов |
|----------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Введение: структура курса, критерии оценивания. Жизненный цикл продукции. Информационная инфраструктура металлургических предприятий. Обзор средств компьютерного проектирования и моделирования и их применение на различных этапах жизненного цикла продукции. | 2            |
| 2        | 2         | Современные CAD-системы. Назначение. Классификация. Структура. Методы и приемы проектирования. Особенности применения. Вспомогательные инструменты. Взаимодействие с CAE- системами: форматы обмена данными, проверка геометрии.                                 | 2            |
| 3        | 3         | Современные CAE-системы. Назначение. Классификация. Структура. Ключевые алгоритмы. Ограничения и особенности применения.                                                                                                                                         | 2            |
| 4        | 3         | Современные CAE-системы. Ключевые алгоритмы. Ограничения и особенности применения.                                                                                                                                                                               | 2            |
| 5        | 4         | Библиотеки и базы данных материалов. Свойства и модели материалов востребованные в процессах компьютерного моделирования и проектирования. Библиотеки материалов: назначение, особенности применения.                                                            | 2            |
| 6        | 5         | Программные продукты и решения для многокритериальной оптимизации. Назначение. Ключевые алгоритмы. Практика использования                                                                                                                                        | 2            |
| 7        | 6         | Высокопроизводительные вычисления в металлургии. Описание предметной области, примеры решений, обоснование применимости                                                                                                                                          | 2            |
| 8        | 7         | Индустрия 4.0. Металлургия. Описание предметной области, особенности технологий Индустрии 4.0, примеры решений, опыт внедрения.                                                                                                                                  | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Создание параметризованных твердотельных моделей в ПО КОМПАС-3D. Элементарные прочностные расчеты. Экспорт моделей для CAE.                        | 2            |
| 2         | 2         | Создание параметризованных твердотельных моделей в ПО SolidWorks. Элементарные прочностные расчеты. Экспорт моделей для CAE.                       | 2            |
| 3         | 3         | QFORM. Компьютерное моделирование термических короблений тонкостенных пористых изделий                                                             | 2            |
| 4         | 3         | ANSYS Fluent. Компьютерное моделирование установившегося процесса течения несжимаемой жидкости через систему конфузور-диффузор.                    | 2            |
| 5         | 3         | ANSYS Workbench. Многокритериальная оптимизация, на примере установившегося процесса течения несжимаемой жидкости через систему конфузور-диффузор. | 2            |
| 6         | 4         | Библиотеки и базы данных материалов. Извлечение и анализ данных по свойствам материалов.                                                           | 2            |

|   |   |                                                                                                                                                                        |   |
|---|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 7 | 5 | Топологическая оптимизация конструкций. ANSYS Workbench.                                                                                                               | 2 |
| 8 | 6 | Высокопроизводительные вычисления в металлургии. Регистрация на ПБК. Решение задачи изгиба консольно закрепленной балки средствами ANSYS Workbench на суперкомпьютере. | 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 ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к зачету                                                                                                                                 | 1                                                                          | 1       | 5,75         |
| Подготовка аналитической записки по теме ВКР. Постановка задач для компьютерного моделирования.                                                     | 1                                                                          | 1       | 14           |
| Подготовка отчета по теме: "Многокритериальная оптимизация в задаче об установившемся течении несжимаемой жидкости через систему конфузور-диффузор" | 1                                                                          | 1       | 8            |
| Подготовка отчета по теме: "Создание твердотельной модели в CAD-системе"                                                                            | 1                                                                          | 1       | 8            |

## 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    | 1        | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 1      | 1   | 100        | Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:<br>0 баллов - нет ответа на вопрос<br>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров. | зачет            |

|   |   |                  |                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
|---|---|------------------|------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                              |   | <p>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
| 2 | 1 | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 2 | 1 | 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос</p> <p>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.</p> <p>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из</p> | зачет |

|   |   |                  |                              |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
|---|---|------------------|------------------------------|---|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                              |   |     | нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |       |
| 3 | 1 | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 3 | 1 | 100 | <p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос</p> <p>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.</p> <p>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> | зачет |
| 4 | 1 | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 4 | 1 | 100 | <p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос</p> <p>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.</p> <p>10 баллов - ответ на вопрос дан</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | зачет |

|   |   |                  |                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
|---|---|------------------|------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                              |   | <p>полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| 5 | 1 | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 5 | 1 | 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос</p> <p>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.</p> <p>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе</p> | зачет |

|   |   |                  |                              |   |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
|---|---|------------------|------------------------------|---|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                              |   |     | на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| 6 | 1 | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 6 | 1 | 100 | <p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос</p> <p>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.</p> <p>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> | зачет |
| 7 | 1 | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 7 | 1 | 100 | <p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос</p> <p>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.</p> <p>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет |

|   |   |                  |                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
|---|---|------------------|------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|   |   |                  |                              |   | <p>фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |       |
| 8 | 1 | Текущий контроль | Письменный опрос по лекции 8 | 1 | 100                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p>Контрольные вопросы к разделу включают в себя 5 вопросов, каждый оценивается максимум в 20 баллов. Критерии оценивания ответа на вопрос:</p> <p>0 баллов - нет ответа на вопрос</p> <p>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.</p> <p>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены</p> | зачет |

|    |   |                  |                                   |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|----|---|------------------|-----------------------------------|---|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |   |                  |                                   |   |    | ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |
| 9  | 1 | Текущий контроль | Задание на практическое занятие 1 | 5 | 20 | В течение практического занятия создана параметризованная твердотельная модель детали, проведен элементарный прочностной расчет в соответствии с заданием, модель сохранена в пригодном для экспорта формате данных, полностью в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя, не выполнены элементарные прочностные расчеты, не выполнено сохранение модели в пригодном для экспорта формате данных - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов. | зачет |
| 10 | 1 | Текущий контроль | Задание на практическое занятие 2 | 5 | 20 | В течение практического занятия создана параметризованная твердотельная модель детали, проведен элементарный прочностной расчет в соответствии с заданием, модель сохранена в пригодном для экспорта формате данных, полностью в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя, не выполнены элементарные прочностные расчеты, не выполнено сохранение модели в пригодном для экспорта формате данных - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов. | зачет |
| 11 | 1 | Текущий контроль | Задание на практическое занятие 3 | 5 | 20 | В течение практического занятия с создана 3D модель изделия, модель импортирована в ПО QFORM, задача подготовлена к запуску, проведен расчет термического цикла в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.                                                                                                                                                                                       | зачет |
| 12 | 1 | Текущий          | Задание на                        | 5 | 20 | Подготовлена задача течения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | зачет |

|    |   |                  |                                      |   |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |
|----|---|------------------|--------------------------------------|---|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |   | контроль         | практическое занятие<br>4            |   |    | несжимаемой жидкости через систему конфузтор-диффузор в ПО ANSYS Workbench и ANSYS Fluent, проведено компьютерное моделирование в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.                                                                                                                                                                                 |       |
| 13 | 1 | Текущий контроль | Задание на практическое занятие<br>5 | 5 | 20 | Подготовлена задача многокритериальной оптимизации для задачи течения несжимаемой жидкости через систему конфузтор-диффузор в ПО ANSYS Workbench и ANSYS Fluent, проведено компьютерное моделирование в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.                                                                                                           | зачет |
| 14 | 1 | Текущий контроль | Практическое задание<br>6            | 5 | 20 | Проведен сравнительный анализ плотности, теплопроводности, теплоемкости, коэффициента Пуассона, модуля Юнга для сталей AISI 3310, 4815, нержавеющей сталей 316L, SAF2507, определены минимальные скорости охлаждения при закалке для указанных выше сталей, проведено сравнение кривых сопротивления деформации в соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов. | зачет |
| 15 | 1 | Текущий контроль | Задание на практическое занятие<br>7 | 5 | 20 | В течение практического занятия с создана исходная 3D модель изделия, модель импортирована в ПО ANSYS Workbench, задача топологической оптимизации исходного изделия подготовлена к запуску, проведена топологическая оптимизация исходного изделия соответствии с заданием - 20 баллов. Имеются                                                                                                                                                                                                                                                                       | зачет |

|    |   |                  |                                                                                                 |    |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |       |
|----|---|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |   |                  |                                                                                                 |    |    | недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |       |
| 16 | 1 | Текущий контроль | Практическое задание 8                                                                          | 5  | 20 | Произведено успешное подключение к системе ПВК, выполнено решение задачи прогиба консоли закрепленной балки в режиме удаленного доступа - 20 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 11-19 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-10 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | зачет |
| 17 | 1 | Текущий контроль | Подготовка аналитической записки по теме ВКР. Постановка задач для компьютерного моделирования. | 10 | 10 | Студент представляет аналитическую записку в распечатанном виде на листах форматом А4 или в электронном виде через систему личных кабинетов университета. Оформление записки должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017. Объем не более 15 стр. Срок сдачи: в течение семестра, до сдачи зачета. В аналитической записке проведен критический анализ предметной области ВКР. Поставлены задачи на использование средств компьютерного моделирования и проектирования. Требования к оформлению выполнены - 10 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 5-9 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя, не выполнены элементарные прочностные расчеты, не выполнено сохранение модели в пригодном для экспорта формате данных - 1-5 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов. | зачет |
| 18 | 1 | Текущий контроль | Подготовка отчета по теме: "Создание твердотельной модели в CAD-системе"                        | 10 | 10 | Студент представляет отчет в распечатанном виде на листах форматом А4 или в электронном виде через систему личных кабинетов университета. Оформление отчета должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017. Объем не более 10 стр. Срок сдачи: в течение семестра, до сдачи зачета. В отчете имеются                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | зачет |

|    |   |                          |                                                                                                                                                            |    |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |
|----|---|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
|    |   |                          |                                                                                                                                                            |    |     | все требуемые разделы. Информация о результатах работы представлена полно. Требования к оформлению выполнены - 10 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 5-9 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-5 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
| 19 | 1 | Текущий контроль         | Подготовка отчета по теме:<br>"Многокритериальная оптимизация в задаче об установившемся течении несжимаемой жидкости через систему конфузоров-диффузоров" | 10 | 10  | Студент представляет отчет в распечатанном виде на листах форматом А4 или в электронном виде через систему личных кабинетов университета. Оформление отчета должно соответствовать требованиям ГОСТ 7.32-2017. Объем не более 10 стр. Срок сдачи: в течение семестра, до сдачи зачета. В отчете имеются все требуемые разделы. Информация о результатах работы представлена полно. Требования к оформлению выполнены - 10 баллов. Имеются недостатки, которые устранены после замечаний преподавателя - 5-9 баллов. Имеются недостатки, которые не были устранены после замечаний преподавателя - 1-5 баллов. Задание не выполнено - 0 баллов.                                                                                      | зачет |
| 20 | 1 | Промежуточная аттестация | Зачет                                                                                                                                                      | -  | 100 | Зачет проводится в письменной форме. В билете содержится 2 теоретических вопроса и практическое задание. Время на подготовку ответа 120 минут. За ответ на каждый теоретический вопрос - максимум 20 баллов. За практическое задание - 60 баллов.<br><br>Критерии оценивания ответов на теоретические вопросы:<br>0 баллов - нет ответа на вопрос<br>5 баллов - ответ на вопрос дан частично, имеются логические и фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, отсутствует критическая оценка данных, нет примеров.<br>10 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть логические или фактические ошибки, ответ опирается только на материалы лекции, имеется критическая оценка известным данным, приведены | зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>примеры.</p> <p>15 баллов - ответ на вопрос дан полностью, но есть незначительные неточности, ответ опирается только на русскоязычные источники информации, в том числе материалы лекции, даны ссылки на использованные источники информации, есть критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>20 баллов - дан исчерпывающий ответ на вопрос, информация взята из нескольких источников, в том числе на иностранном языке, приведены ссылки на источники информации, проведена критическая оценка известных данных, приведены примеры.</p> <p>Критерии оценивания результатов практического задания:</p> <p>0 баллов - задание не выполнено.</p> <p>Если задание выполнено, то от максимального количества баллов вычитаются штрафные баллы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20 баллов - не выполнена многокритериальная оптимизация</li> <li>- 40 баллов - не подготовлен базовый вариант модели и не выполнена многокритериальная оптимизация.</li> <li>- 2 балла за каждое отступление от заданной в задании геометрии в исходной 2D модели.</li> <li>- 2 балла за каждую отступление от исходных данных при постановке задачи.</li> <li>- 2 балла за некорректно заданные критерии оптимизации</li> <li>- 2 балла за некорректно заданные ограничения при выполнении оптимизации.</li> </ul> |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Критерии оценивания                            |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| зачет                        | <p>Зачет может быть выставлен по результатам текущего контроля в семестре. Для получения зачета необходимо набрать не менее 60% от максимально возможного количества баллов за мероприятия текущего контроля. Если набрано менее 60% баллов, но при этом выполнены все мероприятия текущего контроля, студент допускается к зачету. Зачет состоит из теоретической и практической части. В теоретической части необходимо дать ответ на 2 вопроса по</p> | <p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | содержанию курса. В практической части необходимо смоделировать процесс получения изделия методом SLS, согласно варианту задания. На выполнение теоретической и практической части отводится 120 минут. Оценка зачтено выставляется если студент получил за теоретическую и практическую часть не менее 60% от максимально возможного количества баллов. Если студент набрал менее 60% баллов за зачет или набрал менее 60% баллов за мероприятия текущего контроля и при этом не выполнил все мероприятия текущего контроля, студент получает отметку незачтено. |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                 | № KM |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|             |                                                                                                                                                                                     | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| ОПК-5       | Знает: основы технического проектирования для решения задач, относящихся к профессиональной деятельности                                                                            | +    | + | + | + | + | + | + | + | + |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | +  |
| ОПК-5       | Умеет: выбирать и применять передовые методы и технологии проектирования или использовать творческий подход для разработки новых и оригинальных методов проектирования и разработки | +    | + | + | + | + | + | + | + | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |
| ОПК-5       | Имеет практический опыт: проектирования с использованием компьютерных средств                                                                                                       |      |   |   |   |   |   |   |   | + | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  | +  |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

Не предусмотрена

#### б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

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

Не предусмотрены

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

1. Средства компьютерного моделирования и проектирования в металлургии: методические указания к освоению дисциплины / В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. - 22 с.

2. Планирование и обработка эксперимента в ОМД: конспект лекций [Электронный документ] / Ф.С.Дубинский, М.А. Соседкова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 25 с.

3. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: конспект лекций [Электронный документ] / А.В. Выдрин. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. – 66 с.

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

1. Средства компьютерного моделирования и проектирования в металлургии: методические указания к освоению дисциплины / В.А. Иванов. - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. - 22 с.

2. Планирование и обработка эксперимента в ОМД: конспект лекций [Электронный документ] / Ф.С.Дубинский, М.А. Соседкова. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. – 25 с.

3. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: конспект лекций [Электронный документ] / А.В. Выдрин. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2012. – 66 с.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы            | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Горбатюк, С.М. Автоматизированное проектирование оборудования и технологий : курс лекций : учебное пособие / С.М. Горбатюк, М.Г. Наумова, А.Ю. Зарапин. — Москва : МИСИС, 2015. — 62 с. — ISBN 978-5-87623-961-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/93646">https://e.lanbook.com/book/93646</a>                       |
| 2 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Верхотуркин, Е.Ю. Интерфейс и генерирование сетки в ANSYS Workbench : учебное пособие / Е.Ю. Верхотуркин, В.Н. Пашенко, В.Б. Пясецкий. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 63 с. — ISBN 978-5-7038-3691-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/58419">https://e.lanbook.com/book/58419</a>                        |
| 3 | Основная литература       | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Компьютерная графика в САПР : учебное пособие / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Треяль, О.А. Коршакова. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 196 с. — ISBN 978-5-8114-2284-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90060">https://e.lanbook.com/book/90060</a>                                                            |
| 4 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Модели и способы взаимодействия пользователя с киберфизическим интеллектуальным пространством : монография / И.В. Ватаманюк, Д.К. Левоневский, Д.А. Малов [и др.]. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-3877-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/119635">https://e.lanbook.com/book/119635</a> |
| 5 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Агеев, Н.Г. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебное пособие / Н.Г. Агеев. — Екатеринбург : УрФУ, 2016. — 108 с. — ISBN 978-5-7996-1712-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/99065">https://e.lanbook.com/book/99065</a>                                                                            |
| 6 | Дополнительная            | Электронно-                                       | Методы и системы ИПИ-технологий : учебное пособие /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|   |                           |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---|---------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   | литература                | библиотечная система издательства Лань            | Е.И. Яблочников, А.А. Грибовский, М.Я. Афанасьев, Д.Д. Куликов. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017. — 64 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/110509">https://e.lanbook.com/book/110509</a>                                                                          |
| 7 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Копылов, А.З. Моделирование течений средствами САПР : учебное пособие / А.З. Копылов, В.И. Осипов, В.А. Цветков. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2018. — 23 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/122064">https://e.lanbook.com/book/122064</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. РСК Технологии-Система "Персональный виртуальный компьютер" (ПК) (MS Windows, MS Office, открытое ПО)(бессрочно)
3. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
4. -ProCAST(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                          | 337<br>(Л.к.) | ПК, проектор, экран                                                                                                                              |
| Практические занятия и семинары | 324 (1)       | ПК, проектор, экран, компьютерный класс с доступом в Интернет                                                                                    |
| Практические занятия и семинары | 338<br>(Л.к.) | ПК, проектор, экран, компьютерный класс с доступом в Интернет                                                                                    |