

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Е.А. Турилова

28 февраля 2025 г.

подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

### Организация и использование коммерческих CFD пакетов

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

## **Содержание**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. Зарипов Ш.Х. (Кафедра моделирования экологических систем, Отделение экологии), Shamil.Zaripov@kpfu.ru

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-5	Способен математически корректно ставить естественнонаучные задачи математики и механики

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

структуру и возможности современных CFD пакетов; физические и математические модели и методы решения, включенные в программу; круг задач, решаемых с помощью CFD пакетов,

Должен уметь:

уметь работать в среде графического редактора для создания геометрии расчетной области и сеточного разбиения; задавать граничные условия; выбирать и задавать свойства среды, в том числе для смесей; работать с файлами, создаваемыми CFD пакетами (импортировать, экспортить, редактировать); адаптировать созданное сеточное разбиение; создавать дополнительные функции; представлять расчетные результаты в графическом виде и вычислять интегральные характеристики; создавать дополнительные программные модули к CFD пакету; параметризовать решаемую задачу,

Должен владеть:

владеть навыками решения стандартных задач гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг;

Должен демонстрировать способность и готовность:

решать стандартные задачи гидроаэромеханики средствами современных коммерческих CFD пакетов, включая все этапы: препроцессинг, решение, постпроцессинг

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.08.01 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 01.03.03 "Механика и математическое моделирование (Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 6 семестре.

## **3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 60 часа(ов), в том числе лекции - 30 часа(ов), практические занятия - 30 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 12 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 6 семестре.

## **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

### **4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
N	Разделы дисциплины / модуля	Се-мestr	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стое-тель-ная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов.	6	8	0	0	0	0	0	0
2.	Тема 2. Тема 2. Тема 2. САЕ - проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.	6	2	0	0	0	0	0	0
3.	Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).	6	6	0	8	0	0	0	0
4.	Тема 4. Тема 4. Задание граничных условий. Свойства среды. Этап расчета.	6	4	0	4	0	0	0	3
5.	Тема 5. Тема 5. Постпроцессинг. Дополнительные функции UDS и UDF.	6	6	0	6	0	0	0	2
6.	Тема 6. Тема 6. Типичные задачи механики жидкости и газа	6	4	0	8	0	0	0	0
<b>4.2 Содержание дисциплины (модуля)</b>		<b>Тема 1. Тема 1. Численные методы решения задач аэромеханики. Метод конечных объемов.</b>						7	
<b>Тема 2. Тема 2. САЕ - проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.</b>		<b>Система уравнений движения жидкости и газа. Обобщенное уравнение переноса. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии. Уравнение конвективной диффузии. Описание схемы аппроксимации. Алгоритм Simple. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций. Нестационарные задачи. Границные условия.</b>						12	

### **Тема 2. Тема 2. САЕ - проектирование. Использование CFD пакетов. Организация CFD пакетов. Этапы работы.**

САЕ проектирование: проектирование, моделирование и изготовление. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.

Методы построения расчетной области и формирования сеточного разбиения.

Считывание готовой геометрии для расчетной задачи. Форматы геометрических файлов.

### **Тема 3. Тема 3. Работа в графическом редакторе (препроцессинг).**

Графический редактор. Общее описание. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы. Булевы операции с геометрическими объектами. Глобальная и локальная системы координат. Экспорт геометрии в расчетный модуль. Программирование в среде графического редактора. Параметризация создаваемой геометрии. Сеточное разбиение расчетной области. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение.

### **Тема 4. Тема 4. Задание граничных условий. Свойства среды. Этап расчета.**

Графический редактор. Общее описание. Элементарные объекты для создания геометрии: Задание граничных условий. Типичные граничные условия. Определение граничных профилей. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики. Основные модели турбулентности в CFD пакетах. Свойства смесей газов. Выбор физической модели. Выбор численных схем в среде CFD пакета. Выбор типов решателей. Стационарные и нестационарные задачи. Определение точности расчета. Вывод на экран невязок и рассчитываемых функций. Сохранение расчетных данных.

### **Тема 5. Тема 5. Постпроцессинг. Дополнительные функции UDS и UDF.**

Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов. Создание дополнительных функций. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области. Определение интегральных характеристик. Анимация. Адаптация сетки. Критерии для адаптации. Дополнительные модули пользователя (UDF). Решение краевых задач для дифференциальных уравнений второго порядка.

### **Тема 6. Тема 6. Типичные задачи механики жидкости и газа.**

Внешние течения. Обтекание тел. Обтекание цилиндра потоком вязкой несжимаемой жидкости. Моделирование внешнего сжимаемого течения. 2. Моделирование периодического течения и теплопереноса (пример решения задачи расчета решетки теплообменника). 3. Моделирование многофазных течений. Течения газа с взвешенными частицами. Расчет течений со свободными границами. 4. Нестационарные задачи. 5. Расчет турбулентного течения

### **Тема 7. Тема 7. Индивидуальная задача**

Расчет течения для заданной геометрии, свойств среды и граничных условий. Формирование геометрии расчетной области. Задание свойств среды и выбор модели течения. Выбор схем аппроксимации и параметра релаксации. Визуализация полей рассчитанных функций. Расчет интегральных характеристик. Проведение параметрических расчетов.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержен приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

Сайт посвященный методам решения задач вычислительной гидрогазодинамики -  
<http://lorenabarba.com/blog/cfd-python-12-steps-to-navier-stokes/>

Сайт посвященный программам вычислительной гидрогазодинамики - <http://www.cfd-online.com/>

Сайт посвященный программе ANSYS FLUENT - <http://www.ansys.com/>

### **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

### **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Сайт посвященный методам решения задач вычислительной гидрогазодинамики -  
<http://lorenabarba.com/blog/cfd-python-12-steps-to-navier-stokes/>

Сайт посвященный методам решения задач вычислительной гидрогазодинамики -  
<http://lorenabarba.com/blog/cfd-python-12-steps-to-navier-stokes/>

Сайт посвященный программам вычислительной гидрогазодинамики - <http://www.cfd-online.com/>

Сайт посвященный программам вычислительной гидрогазодинамики - <http://www.cfd-online.com/>

Сайт посвященный программе ANSYS FLUENT - <http://www.ansys.com/>

Сайт посвященный программе ANSYS FLUENT - <http://www.ansys.com/>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид работ</b>	<b>Методические рекомендации</b>
лекции	Студентам необходимо посещать лекции, вести конспект лекций вслед за изложением материала преподавателем. Рекомендуется прорабатывать конспект в течение дня после лекции и просматривать его вновь накануне следующей лекции. В случае обнаружения ошибок или возникновения вопросов по предыдущему материалу необходимо обратиться к преподавателю.
практические занятия	Для подготовки к практическим занятиям студенту рекомендуется предварительно прорабатывать как лекционный материал, так и материал предыдущих практических занятий. Основой для подготовки служит добросовестное выполнение домашнего задания. Для успешного решения задач первой части курса студентам рекомендуется вспомнить материал, освоенный в предыдущих семестрах в рамках базовых математических дисциплин.
самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов состоит из двух основных частей - проработка лекционного материала и выполнения домашних заданий. Для освоения теоретического и практического материала, в случае, когда конспектов оказывается недостаточным, или для более детальной проработки отдельных тем рекомендуется использовать литературу, указанную в соответствующем разделе. Все возникающие вопросы рекомендуется заранее четко сформулировать и впоследствии обсудить с преподавателем.

Вид работ	Методические рекомендации
зачет	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Система уравнений движения жидкости и газа.</li><li>2. Обобщенное уравнение переноса.</li><li>3. Метод конечных объемов. Уравнение диффузии.</li><li>4. Метод конечных объемов. Уравнение конвективной диффузии.</li><li>5. Описание схем аппроксимации.</li><li>6. Алгоритм Simple.</li><li>7. Решение системы алгебраических уравнений для дискретных значений функций.</li><li>8. Нестационарные задачи.</li><li>9. Границные условия.</li><li>10. Основные модели турбулентности в CFD пакетах.</li><li>11. CAE - проектирование: проектирование, моделирование и изготовление.</li><li>12. Этап моделирования. Организация CFD программ. Препроцессинг, решатель, постпроцессинг.</li><li>13. Графический редактор. Общее описание.</li><li>14. Элементарные объекты для создания геометрии: узлы, линии, грани, объемы.</li><li>15. Булевы операции с геометрическими объектами.</li><li>16. Глобальная и локальная системы координат.</li><li>17. Экспорт геометрии в расчетный модуль.</li><li>18. Программирование в среде графического редактора.</li><li>19. Параметризация создаваемой геометрии.</li><li>20. Сеточное разбиение расчетной области.</li><li>21. Типы двумерных и трехмерных конечных объемов. Регулярное и нерегулярное разбиение.</li><li>22. Задание граничных условий. Типичные граничные условия.</li><li>23. Определение граничных профилей.</li><li>24. Свойства среды. Выбор различных моделей газовой динамики.</li><li>25. Свойства смесей газов. Выбор физической модели.</li><li>26. Выбор численных схем в среде CFD пакета.</li><li>27. Выбор типов решателей.</li><li>28. Постпроцессинг. Графическое представление расчетных результатов.</li><li>29. Создание дополнительных функций.</li><li>30. Создание дополнительных точек, линий и сечений в расчетной области.</li><li>31. Определение интегральных характеристик.</li><li>32. Анимация.</li><li>33. Адаптация сетки. Критерии для адаптации.</li><li>34. Дополнительные модули пользователя (UDF).</li></ol>

**10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

**11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

Компьютерный класс.

**12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
  - продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
  - продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
  - продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 01.03.03 "Механика и математическое моделирование" и профилю подготовки "Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики".

*Приложение 2*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.ДВ.08.01 Организация и использование коммерческих CFD пакетов*

**Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

**Основная литература:**

1. Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник / А.Д. Гирgidов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 704 с. - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-009473-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/443613>
2. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференц.и алгебр.уравнений в САЕ-системах САПР: Уч.пос. / Маничев В.Б., Глазкова В.В., Кузьмина И.А. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 152 с.- (ВО:Бакалавр.) ISBN 978-5-16-010366-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/423817>
3. Аэродинамика и тепломассообмен газодисперсных потоков: Учебное пособие / Шиляев М.И., - 2-е изд., испр. и доп. - М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. - (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-91134-976-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/486371>

**Дополнительная литература:**

1. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике: Практическое пособие / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. - СПб:БХВ-Петербург, 2008. - 1038 с. ISBN 978-5-94157-994-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/350267>
2. Моделирование воздушных потоков в помещениях метрополитена на платформе SolidWorks [Интернет-журнал 'Науковедение', Вып. 1, 2014, стр. -] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/476043>

*Приложение 3*  
к рабочей программе дисциплины (модуля)  
*Б1.В.ДВ.08.01 Организация и использование коммерческих CFD пакетов*

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 01.03.03 - Механика и математическое моделирование

Профиль подготовки: Математическое и компьютерное моделирование в фундаментальных и прикладных задачах механики

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2025

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.