

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫМИ ЗОНАМИ

Рабочая программа по дисциплине

МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования программы бакалавриата по направлению подготовки

03.03.02 «Физика»

Направленность (профиль):

Физика

Квалификация:

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Согласовано
Руководитель ОПОП
«Физика»

_____ Бобровский А.П.

Утверждаю

Председатель УМС  И.И. Палкин

Рекомендована решением

Учебно-методического совета

19 ИЮНЯ 2018 г., протокол № 4

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

21 04 2018 г., протокол № 8

Зав. кафедрой  Плинк Н.Л.

Авторы-разработчики:

 Белевич М.Ю.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Механика сплошных сред» является формирование у студентов комплекса знаний, дающих представление о классических моделях жидких сред, лежащих в их основе гипотезах и законах, а также возможных приемах работы с ними.

Основные задачи дисциплины:

- приобретение знаний и умений по методам теоретических исследований и математического моделирования в гидродинамике и теории упругости,
- понимание и умение критически анализировать общефизическую информацию, пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями механики сплошных сред,
- владеть методами обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации,

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Механика сплошных сред» (Б1.Б.10.2) для направления подготовки 030302 – Физика относится к дисциплинам базовой части цикла Б1 («Дисциплины (модули)»).

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить разделы модулей: «Математика», «Общая физика».

Дисциплина «Механика сплошных сред» является базовой для освоения дисциплин «Математическое моделирование переноса загрязнений в атмосфере», «Геофизическая гидродинамика», «Статистическая гидромеханика».

ОСОБЕННОСТИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Компетенция
ОПК-2	способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей
ОПК-3	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1	способностью использовать специализированные знания в области фи-

	зика для освоения профильных физических дисциплин
ПК-9	способностью проектировать, организовывать и анализировать педагогическую деятельность, обеспечивая последовательность изложения материала и междисциплинарные связи физики с другими дисциплинами

В результате освоения компетенций в рамках дисциплины «Механика сплошных сред» обучающийся должен

Знать:

- основные, лежащие в основе гидромеханики, гипотезы и законы природы (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- понятие интегрального параметра и его плотности (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- понятие закона сохранения и его связь с уравнением баланса (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- уравнения неразрывности, баланса импульса, баланса энергии и теплопроводности (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- этапы построения математических моделей жидкости и их обоснование (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),

математические модели идеальной, вязкой и турбулентной сред и варианты их записи (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9).

Уметь:

- сформулировать задачу описания движения жидкости (записать систему уравнений и граничные условия) (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- модифицировать систему уравнений модели жидкости для описания частных случаев (учитывать данные задачи для упрощения системы уравнений) (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- записывать уравнения модели в компонентной форме и пользоваться правилом суммирования по повторяющемуся индексу (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- записывать уравнения модели в безразмерной форме и проводить их осреднение (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- работать с тензорами и их компонентами (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9).

Владеть:

- понятиями баротропной и бароклининой жидкостей (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- уравнением и интегралом Бернулли (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- понятием вектора вихря и уравнением вихря скорости (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- понятием функции тока и ее применением (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- понятием пограничного слоя и соответствующими модификациями моделей жидкости (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- способом получения безразмерных уравнений (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),
- способами осреднения уравнений модели жидкости (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9),

подходами к решению конкретных задач (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9).

Основные признаки проявленности формируемых компетенций в результате освоения дисциплины «Механика сплошных сред» сведены в таблице.

Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания

Этап (уровень) освоения	Основные признаки проявленности компетенции (дескрипторное описание уровня)				
	1.	2.	3.	4.	5.
минимальный	не владеет	слабо ориентируется в терминологии и содержании	Способен выделить основные идеи текста, работает с критической литературой	Владеет основными навыками работы с источниками и критической литературой	Способен дать собственную критическую оценку изучаемого материала
	не умеет	не выделяет основные идеи	Способен показать основную идею в развитии	Способен представить ключевую проблему в ее связи с другими процессами	Может соотнести основные идеи с современными проблемами
	не знает	допускает грубые ошибки	Знает основные рабочие категории, однако не ориентируется в их специфике	Понимает специфику основных рабочих категорий	Способен выделить характерный авторский подход
базовый	не владеет	плохо ориентируется в терминологии и содержании	Владеет приемами поиска и систематизации, но не способен свободно изложить материал	Свободно излагает материал, однако не демонстрирует навыков сравнения основных идей и концепций	Способен сравнивать концепции, аргументированно излагает материал
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит проблем	Выделяет конкретную проблему, однако излишне упрощает ее	Способен выделить и сравнить концепции, но испытывает сложности с их практической привязкой	Аргументированно проводит сравнение концепций по заданной проблематике
	не знает	допускает много ошибок	Может изложить основные рабочие категории	Знает основные отличия концепций в заданной проблемной области	Способен выделить специфику концепций в заданной проблемной области
продвинутый	не владеет	ориентируется в терминологии и содержании	В общих чертах понимает основную идею, однако плохо связывает ее с существующей проблематикой	Видит источники современных проблем в заданной области анализа, владеет подходами к их решению	Способен грамотно обосновать собственную позицию относительно решения современных проблем в заданной области
	не умеет	выделяет основные идеи, но не видит их в развитии	Может понять практическое назначение основной идеи, но затрудняется выявить ее основания	Выявляет основания заданной области анализа, понимает ее практическую ценность, однако испытывает затруднения в описании сложных объектов анализа	Свободно ориентируется в заданной области анализа. Понимает ее основания и умеет выделить практическое значение заданной области
	не знает	допускает ошибки при выделении рабочей области анализа	Способен изложить основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа	Знает основное содержание современных научных идей в рабочей области анализа, способен их сопоставить	Может дать критический анализ современным проблемам в заданной области анализа

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов. Вид промежуточной аттестации – зачет.

Объём дисциплины	Всего часов
	2015, 2016, 2017, 2018 г. набора
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	48
в том числе:	
лекции	16
практические занятия	32
семинарские занятия	
Самостоятельная работа (СРС) – всего:	60
в том числе:	
курсовая работа	
контрольная работа	
Вид промежуточной аттестации	зачет

4.1. Структура дисциплины

Очное обучение

№ п/п	Раздел и тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Занятия в активной и интерактивной форме, час.	Формируемые компетенции
			Лекции	Практич.	Самост. работа			
	Модель сплошной среды	4						ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
1	Тела и их свойства			2	6	Устный опрос	2	
2	Основные гипотезы и законы		2	2	6	Устный опрос	2	
3	Скорости изменения характеристик среды			2	6	Устный опрос	2	

4	Необходимые сведения о тензорах			2	6	Устный опрос	2	
5	Деформация		2	2	6	Устный опрос	2	
6	Уравнение неразрывности		2	2	4	Устный опрос	2	
7	Динамика жидкости		2	2	4	Устный опрос	2	
8	Энергия		2	2	6	Устный опрос	2	
	Приложения модели	4						ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
9-11	Идеальная жидкость		2	6	4	Устный опрос	6	
12-13	Вязкая жидкость		2	4	4	Устный опрос	4	
14-15	Турбулентная жидкость		2	4	4	Устный опрос	4	
16	Пограничный слой			2	4	Устный опрос	2	
	Итого		16	32	60		32	

4.2. Содержание разделов дисциплины

4.2.1 Модель сплошной среды

Тела и их свойства

Место: пространство событий и системы отсчета. Движение. Масса тела. Сила - способ описания взаимодействий.

Основные гипотезы и законы

Гипотеза сплошности. Интегральные параметры и их плотности. Деформация. Эйлеровы и лагранжевы координаты. Законы сохранения. Интегральные законы сохранения. Дифференциальные законы сохранения.

Скорости изменения характеристик среды

Скорость изменения места. Траектории движения. Скорость изменения скалярной функции. Правило суммирования. Скорость изменения векторной функции.

Необходимые сведения о тензорах

Тензор 2-го ранга и его компоненты. Тензоры и тензорные операции. Алгебраические тензорные операции. Дифференциальные тензорные операции. Некоторые специальные тензоры. Задача на собственные значения.

Деформация

Деформация: растяжение и поворот. Тензор поворота. Тензор растяжения. Кинематика деформации.

Уравнение неразрывности

Скорость объемного расширения/сжатия. Дифференциальные законы сохранения и уравнения баланса. Уравнение неразрывности

Динамика жидкости

Импульс тела и скорость его изменения. Основной принцип динамики. Массовые и контактные силы. Уравнение движения. Уравнение движения идеальной жидкости. Уравнение Эйлера в компонентной форме.

Энергия

Кинетическая энергия и ее баланс. Внутренняя энергия и ее баланс. Уравнение состояния.

4.2.2. Приложения модели

Идеальная жидкость

Постановка задач гидромеханики идеальной жидкости. Уравнение движения в форме Громеки-Лэмба. Замечания о приложениях модели. Гидростатика. Баротропная жидкость. Стационарные течения; уравнение Бернулли. Нестационарные течения; уравнение вихря скорости.

Идеальная несжимаемая жидкость

Баротропная модель жидкости. Уравнение Гельмгольца. Теоремы Лагранжа и Гельмгольца. Двумерные течения. Функция тока. Форма линий тока стационарного течения. Поток жидкости через контур. Потенциальное течение. Связь потенциала скорости с функцией тока для стационарного плоского течения.

Вязкая жидкость

Недостатки модели идеальной жидкости. Уравнения движения вязкой жидкости и уравнения Навье-Стокса. Компонентная форма записи уравнения движения вязкой жидкости. Постановка задач гидромеханики вязкой жидкости. Вязкая диссипация и баланс энергии.

Смежные вопросы

Уравнение теплопроводности. Свободная конвекция. Какая жидкость вязкая? Безразмерная форма уравнений. Динамическое подобие. Безразмерная форма уравнения переноса тепла.

Турбулентная жидкость

Гидродинамическая неустойчивость. Развитая турбулентность. Проблема осреднения. Уравнение Рейнольдса. Баланс энергии.

Пограничный слой

Ламинарный пограничный слой

Толщина пограничного слоя. Уравнения пограничного слоя. Отрыв пограничного слоя. Температурный пограничный слой.

Турбулентный пограничный слой

Общий вид профиля средней скорости. Течение около гладкой стенки. Влияние шероховатостей. Параметр шероховатости.

4.3. Семинарские, практические, лабораторные занятия, их содержание

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Форма проведения	Формируемые компетенции
1-3	3	Построение векторных полей и траекторий	Практическое занятие	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
4-6	4	Свойства тензоров 2-го ранга, вектор вихря	Практическое занятие	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
7-8	5-8	Работа с компонентами и	Практиче-	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9

		правилом суммирования	ское занятие	
9-11	9	Гидростатика и идеальная жидкость	Практическое занятие	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
12-13	10	Вязкая жидкость	Практическое занятие	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
14-15	11	Уравнение теплопроводности	Практическое занятие	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9
16	12	Турбулентная жидкость	Практическое занятие	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-9

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5.1. Текущий контроль

Текущий контроль осуществляется в ходе занятий в форме проведения устного опроса:

5.1.1 Вопросы для текущего контроля:

Модель сплошной среды

Тела и их свойства

1. Место: пространство событий и системы отсчета.
2. Движение.
3. Масса тела.
4. Сила - способ описания взаимодействий.

Основные гипотезы и законы

5. Гипотеза сплошности.
6. Интегральные параметры и их плотности.
7. Деформация.
8. Эйлеровы и лагранжевы координаты.
9. Интегральные и дифференциальные законы сохранения.

Скорости изменения характеристик среды

10. Скорость изменения места.
11. Траектории движения.
12. Скорость изменения скалярной функции. Правило суммирования.
13. Скорость изменения векторной функции.

Необходимые сведения о тензорах

14. Тензор 2-го ранга и его компоненты.
15. Тензорные операции: алгебраические и дифференциальные.
16. Некоторые специальные тензоры.
17. Задача на собственные значения.

Деформация

18. Деформация: растяжение и поворот.
19. Тензор поворота.
20. Тензор растяжения.
21. Кинематика деформации.

Уравнение неразрывности

22. Скорость объемного расширения/сжатия.
23. Дифференциальные законы сохранения и уравнения баланса.
24. Уравнение неразрывности

Динамика жидкости

25. Импульс тела и скорость его изменения.

26. Основной принцип динамики.
27. Массовые и контактные силы.
28. Уравнение движения.
29. Уравнение движения идеальной жидкости.
30. Уравнение Эйлера в компонентной форме.

Энергия

31. Кинетическая энергия и ее баланс.
32. Внутренняя энергия и ее баланс.
33. Уравнение состояния.

Приложения модели

Идеальная жидкость

34. Постановка задач гидромеханики идеальной жидкости.
35. Уравнение движения в форме Громеки-Лэмба.
36. Гидростатика.
37. Баротропная жидкость.
38. Стационарные течения; уравнение Бернулли.
39. Нестационарные течения; уравнение вихря скорости.

Идеальная несжимаемая жидкость

40. Баротропная модель жидкости.
41. Уравнение Гельмгольца.
42. Теоремы Лагранжа и Гельмгольца.
43. Двумерные течения. Функция тока.
44. Форма линий тока стационарного течения. Поток жидкости через контур.
45. Потенциальное течение.
46. Связь потенциала скорости с функцией тока для стационарного плоского течения.

Вязкая жидкость

47. Уравнения движения вязкой жидкости и уравнения Навье-Стокса.
48. Компонентная форма записи уравнения движения вязкой жидкости.
49. Вязкая диссипация и баланс энергии.

Смежные вопросы

50. Уравнение теплопроводности.
51. Свободная конвекция.
52. Безразмерная форма уравнений.
53. Динамическое подобие.
54. Безразмерная форма уравнения переноса тепла.

Турбулентная жидкость

55. Гидродинамическая неустойчивость. Развитая турбулентность.
56. Проблема осреднения.
57. Уравнение Рейнольдса.
58. Баланс энергии.

Пограничный слой

59. Ламинарный пограничный слой. Толщина пограничного слоя.
60. Уравнения пограничного слоя.
61. Температурный пограничный слой.
62. Турбулентный пограничный слой. Общий вид профиля средней скорости.
63. Течение около гладкой стенки.
64. Влияние шероховатостей. Параметр шероховатости.

5.2. Методические указания по организации самостоятельной работы

Работа № 1 «Построение векторных полей и траекторий»

Цель: получение навыков построения векторных полей течений и траекторий частиц.
Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

Работа № 2 «Свойства тензоров 2-го ранга, вектор вихря.»

Цель: знакомство со свойствами тензоров 2-го ранга и вектором вихря.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

Работа № 3 «Работа с компонентами и правилом суммирования»

Цель: знакомство с правилом суммирования при работе с компонентами тензоров.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

Работа №4 «Определение завихренности течения»

Цель: получить навыки работы с тензорами и определения завихренности течения.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

Работа №5 «Гидростатика и идеальная жидкость.»

Цель: получить навыки решения задач гидростатики идеальной жидкости.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

Работа №6 «Вязкая жидкость»

Цель: получить навыки решения задач гидростатики вязкой жидкости.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

Работа №7 «Уравнение теплопроводности»

Цель: получить навыки решения задач теплопроводности.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

Работа №8 «Турбулентная жидкость»

Цель: получить навыки осреднения уравнений гидромеханики.

Отчетный материал: индивидуальный отчет студента.

5.3. Промежуточный контроль: _____ **зачет**

зачет / экзамен

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. *Белевич М.Ю.* Гидромеханика. – СПб: изд. РГГМУ, 2006.

б) дополнительная литература:

2. *Бэтчелор Дж.* Введение в динамику жидкости./ Пер. с англ.- М.: Мир, 1973.
3. *Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В.* Теоретическая гидромеханика, т.1.- М.: Физматгиз, 1963.
4. *Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М.* Механика сплошных сред.- 5-е изд. М.: УРСС, 2006.
5. *Лойцянский Л.Г.* Механика жидкости и газа.- М.: Дрофа, 2003.
6. *Овсянников Л.В.* Лекции по основам газовой динамики.- М.: УРСС, 2003.
7. *Седов Л.И.* Механика сплошных сред, т.1.- 6-е изд., стер. М.: УРСС, 2004.
8. *Серрин Дж.* Математические основы классической механики жидкости./ Пер. с англ.-

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекции	<p>В ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки физических законов, процессов, явлений. Подробно записывать математические выводы формул. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.</p>
Практические занятия	<p>Практическое занятие – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно- теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения. Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач, решить задачи заданные на дом (не менее пяти типовых задач). Главным содержанием практических занятий является активная работа каждого студента по применению физических понятий, законов и моделей к конкретным задачам, в том числе прикладного характера. На практическом занятии главное – уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. Для закрепления навыков дома решаются задачи, заданные преподавателем по пройденной теме. Для ведения записей на практических занятиях обычно заводят отдельную тетрадь. Для закрепления полученных практических навыков после изучения темы проводится тестирование. Тестовые задания выполняются в виде решения индивидуальных задач во внеаудиторное время и сдаются преподавателю на проверку. Проверенные тесты хранятся у преподавателя до завершения изучения дисциплины.</p> <p>Логическая связь лекций и практических занятий заключается в том, что информация, полученная на лекции, в процессе самостоятельной работы на практическом занятии осмысливается и перерабатывается, при помощи преподавателя анализируется до мельчайших подробностей, после чего прочно усваивается.</p>
Внеаудиторная работа	<p>представляет собой вид занятий, которые каждый студент организует и планирует самостоятельно. Самостоятельная работа студентов включает:</p> <ul style="list-style-type: none"> –самостоятельное изучение разделов дисциплины; –подготовку к практическим занятиям, решение индивидуальных задач; –выполнение дополнительных индивидуальных творческих заданий.
Подготовка к зачету	<p>Зачет имеет целью проверить и оценить уровень теоретических знаний, умение применять их к решению практических задач, а также степень овладения практическими умениями и навыками в объеме требований учебных программ.</p> <p>Подготовка к зачету предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение мате-</p>

риалов практических занятий. К зачету допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы.

1. Компьютерная презентация отдельных разделов лекционного курса. Проводится с целью повышения уровня наглядности усвоения лекционного материала.
2. Контроль посещаемости студентами лекций.
3. Тестирование студентов
4. Решение задач по тематике самостоятельных работ.
5. Прием отчетов по результатам выполнения каждой самостоятельной работы.
6. Прием зачета по курсу в 4-м учебном семестре.

8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Тема (раздел) дисциплины	Образовательные и информационные технологии	Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем
Тела и их свойства	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Основные гипотезы и законы	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Скорости изменения характеристик среды	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Необходимые сведения о тензорах	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Деформация	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Уравнение неразрывности	Лекции, практические занятия, практические задания	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel

	(домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Динамика жидкости	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Энергия	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Идеальная жидкость	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Вязкая жидкость	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Турбулентная жидкость	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru
Пограничный слой	Лекции, практические занятия, практические задания (домашние задачи), собеседование, тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа студентов	Microsoft Windows Microsoft Office:Word, Excel PowerPoint; ЭБС РГГМУ https://bibliotech.esstu.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебные поточные аудитории;
2. Мультимедийная техника и презентации.
3. Электронно-библиотечная система РГГМУ <https://bibliotech.esstu.ru>