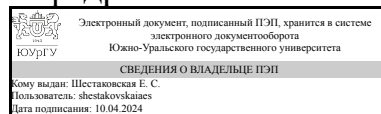


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



Е. С. Шестаковская

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.03 Математические модели в механике сплошных сред для направления 01.03.03 Механика и математическое моделирование

уровень Бакалавриат

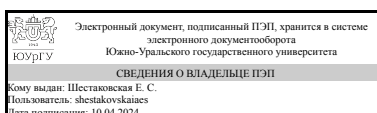
профиль подготовки Механика и математическое моделирование жидкости, газа и плазмы

форма обучения очная

кафедра-разработчик Вычислительная механика

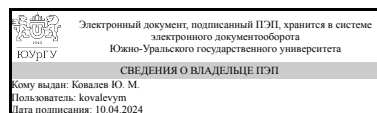
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование, утверждённым приказом Минобрнауки от 10.01.2018 № 10

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



Е. С. Шестаковская

Разработчик программы,
д.физ.-мат.н., проф., профессор



Ю. М. Ковалев

1. Цели и задачи дисциплины

Цель курса «Математические модели механики сплошной среды» - получение фундаментальных знаний в области математического моделирования динамических процессов в сплошных средах. Конкретные задачи курса сводятся к следующему: • Получение навыков математического и механического подходов к проблеме моделирования разнообразных физических явлений: умение логически мыслить, формулировать математические модели и постановки задач, проводить анализ уравнений и построение решений, применять полученные знания для решения актуальных практических задач.

Краткое содержание дисциплины

Основные понятия и законы термодинамики. Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Турбулентность. Модели упругих сред. Деформируемые твердые тела. Теория размерности. Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6 Уметь использовать математические модели и владеть математическими методами расчетов задач механики жидкости, газа и плазмы.	Знает: основы математических моделей механики сплошных сред Имеет практический опыт: использования математических моделей и методов решения задач механики жидкости и газа

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Нет	Введение в гидродинамику плазмы

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 7 з.е., 252 ч., 144,75 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	7

Общая трудоёмкость дисциплины	252	108	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	128	64	64
Лекции (Л)	64	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	64	32	32
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	107,25	37,75	69,5
Подготовка к зачету	17	17	0
Подготовка к практическим работам и устным опросам	63,25	20,75	42,5
Подготовка к экзамену	27	0	27
Консультации и промежуточная аттестация	16,75	6,25	10,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	экзамен

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Основные понятия и законы термодинамики	14	8	6	0
2	Гидростатика	18	8	10	0
3	Гидродинамика вязкой жидкости	18	8	10	0
4	Турбулентность	10	4	6	0
5	Модели упругих сред	36	20	16	0
6	Деформируемые твердые тела	12	6	6	0
7	Теория размерности	8	4	4	0
8	Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем	12	6	6	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Основные понятия и законы термодинамики, первое и второе начала термодинамики	2
2	1	Уравнение производства энтропии, принцип Онзагера. Термодинамические потенциалы.	2
3	1	Модели жидкостей и газов. Совершенный газ.	2
4	1	Линейно-вязкие и теплопроводные жидкости и газы.	2
5	2	Гидростатика, закон Архимеда. Гидромеханика идеальной жидкости, интеграл Бернулли, интеграл Коши-Лагранжа, явление кавитации.	2
6	2	Постановка плоских задач о течении идеальной несжимаемой жидкости, обтекание цилиндра с циркуляцией, Сила Жуковского. Неустановившееся движение сферы в жидкости, парадокс Даламбера.	2
7	2	Распространение волн малой амплитуды в идеальном газе, эффект Доплера.	2
8	2	Волны Римана. Сопло Лавалья.	2
9	3	Гидродинамика вязкой жидкости.	2
10	3	Стационарные течения Куэтта и Пуазейля.	2
11	3	Приближение Стокса, обтекание шара.	2
12	3	Уравнения пограничного слоя на плоской пластине.	2

13-14	4	Тубуленность. Критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории турбуленности.	4
15-17	5	Полная система уравнений нелинейной теории упругости. Изотропная линейная термоупругая среда.	6
18	5	Линейная теория упругости. Постановка задач в перемещениях и напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла.	2
19	5	Принцип Сен-Венана. Плоские задачи теории упругости. Плоское деформированное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние, функция напряжений Эри.	2
20	5	Приближенные методы решения задач, основанные на применении вариационного принципа.	2
21-23	5	Задача о кручении круглого стержня. Задача Ламе о трубе под действием внутреннего и внешнего давлений. Задача о чистом изгибе балки. Методы сопротивления материалов в задаче об изгибе балки.	6
24	5	Волны в безграничной упругой среде. Поверхностные волны Рэлея.	2
25	6	Модели вязкоупругих сред. Пластичность, ползучесть, релаксация.	2
26	6	Основные понятия теории пластичности. Идеально-пластические тела и тела с упрочнением. Условия пластичности Треска и Мизеса.	2
27	6	Деформационные теории и теории течения. Ассоциированный закон. Задача о кручении упруго-пластического стержня.	2
28	7	Теория размерности и моделирование механических явлений. Пи-теорема, определяющие параметры, критерии подобия.	2
29	7	Применение теории размерности для нахождения аналитических и численных решений, физического моделирования и обработки экспериментов.	2
30	8	Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем. Уравнения Максвелла.	2
31	8	Проводимость, поляризация, намагничивание среды. Действие электромагнитного поля на сплошную среду.	2
32	8	Уравнения магнитной гидродинамики. Уравнения электродинамики.	2

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Решение задач по темам: Основные понятия и законы термодинамики, первое и второе начала термодинамики. Уравнение производства энтропии, принцип Онзагера. Термодинамические потенциалы.	2
2-3	1	Решение задач по темам: Модели жидкостей и газов. Совершенный газ. Линейно-вязкие и теплопроводные жидкости и газы. Практическая работа №1.	4
4-6	2	Решение задач по темам: Гидростатика, закон Архимеда. Гидромеханика идеальной жидкости, интеграл Бернулли, интеграл Коши-Лагранжа, явление кавитации. Постановка плоских задач о течении идеальной несжимаемой жидкости, обтекание цилиндра с циркуляцией, Сила Жуковского. Неустановившееся движение сферы в жидкости, парадокс Даламбера. Устный опрос № 1.	6
7-8	2	Решение задач по темам: Распространение волн малой амплитуды в идеальном газе, эффект Доплера. Волны Римана. Сопло Лавала. Практическая работа №2.	4
9-10	3	Решение задач по темам: Гидродинамика вязкой жидкости. Стационарные течения Куэтта и Пуазейля.	4

11-13	3	Решение задач по темам: Приближение Стокса, обтекание шара. Уравнения пограничного слоя на плоской пластине. Практическая работа №3.	6
14-16	4	Решение задач по темам: Турбулентность. Критерий Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Полуэмпирические теории турбулентности. Практическая работа №4.	6
17-18	5	Решение задач по темам: Полная система уравнений нелинейной теории упругости. Изотропная линейная термоупругая среда.	4
19	5	Решение задач по темам: Линейная теория упругости. Постановка задач в перемещениях и напряжениях. Уравнения Бельтрами-Мичелла.	2
20	5	Решение задач по темам: Принцип Сен-Венана. Плоские задачи теории упругости. Плоское деформированное состояние, обобщенное плоское напряженное состояние, функция напряжений Эри.	2
21-22	5	Решение задач по темам: Приближенные методы решения задач, основанные на применении вариационного принципа.	4
23	5	Решение задач по темам: Задача о кручении круглого стержня. Задача Ламе о трубе под действием внутреннего и внешнего давлений. Задача о чистом изгибе балки. Методы сопротивления материалов в задаче об изгибе балки.	2
24	5	Решение задач по темам: Волны в безграничной упругой среде. Поверхностные волны Рэлея. Практическая работа №5.	2
25	6	Решение задач по темам: Модели вязкоупругих сред. Пластичность, ползучесть, релаксация.	2
26	6	Решение задач по темам: Основные понятия теории пластичности. Идеально-пластические тела и тела с упрочнением. Условия пластичности Треска и Мизеса. Устный опрос № 2.	2
27	6	Решение задач по темам: Деформационные теории и теории течения. Ассоциированный закон. Задача о кручении упруго-пластического стержня. Практическая работа №6.	2
28	7	Решение задач по темам: Теория размерности и моделирование механических явлений. Пи-теорема, определяющие параметры, критерии подобия.	2
29	7	Решение задач по темам: Применение теории размерности для нахождения аналитических и численных решений, физического моделирования и обработки экспериментов. Практическая работа №7.	2
30	8	Решение задач по темам: Взаимодействие сплошных сред с электромагнитным полем. Уравнения Максвелла.	2
31	8	Решение задач по темам: Проводимость, поляризация, намагничивание среды. Действие электромагнитного поля на сплошную среду.	2
32	8	Решение задач по темам: Уравнения магнитной гидродинамики. Уравнения электродинамики. Практическая работа №8.	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	ПУМД осн. лит. 1. ПУМД доп. лит. 1. ПУМД доп. лит. 2, гл. 5-10. ПУМД доп. лит. 3, гл. 1-5,7. ПУМД доп. лит. 4, гл. 8-	6	17

	11. ЭУМД осн. лит. 1, разд. 1-3. ЭУМД доп. лит. 2, с. 123-242.		
Подготовка к практическим работам и устным опросам	ПУМД осн. лит. 1. ПУМД доп. лит. 4, гл. 1-5,7. ПУМД доп. лит. 5, гл. 8-11. ЭУМД осн. лит. 1, разд. 1-3. ЭУМД доп. лит. 2, с. 123-242.	7	42,5
Подготовка к практическим работам и устным опросам	ПУМД осн. лит. 1. ПУМД доп. лит. 3, гл. 1-5,7. ПУМД доп. лит. 4, гл. 8-11. ЭУМД осн. лит. 1, разд. 1-3. ЭУМД доп. лит. 2, с. 123-242.	6	20,75
Подготовка к экзамену	ПУМД осн. лит. 1. ПУМД доп. лит. 1. ПУМД доп. лит. 2, гл. 5-10. ПУМД доп. лит. 3, гл. 1-5,7. ПУМД доп. лит. 4, гл. 8-11. ЭУМД осн. лит. 1, разд. 1-3. ЭУМД доп. лит. 2, с. 123-242.	7	27

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	6	Текущий контроль	Практическая работа № 1	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	зачет
2	6	Текущий контроль	Практическая работа № 2	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла	зачет

						– задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	
3	6	Текущий контроль	Практическая работа № 3	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	зачет
4	6	Текущий контроль	Практическая работа № 4	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	зачет
5	6	Текущий контроль	Устный опрос №1	1	10	Опрос содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	зачет
6	6	Промежуточная аттестация	Зачет	-	10	Билет содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - студент безошибочно ответил на вопрос, демонстрирует системные и достаточно глубокие знания, владеет необходимой терминологией; 4 балла - студент в полном объеме ответил на	зачет

						вопрос, допущены незначительные неточности; 3 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, но в ходе собеседования ответил на дополнительные вопросы по билету; 2 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, в ходе собеседования не ответил на дополнительные вопросы по билету; 1 балл - в ответах студент допустил ошибки и не смог их исправить в ходе собеседования; 0 баллов - ответ отсутствует.	
7	7	Текущий контроль	Практическая работа № 5	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	экзамен
8	7	Текущий контроль	Практическая работа № 6	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы; 0 баллов – решение не предоставлено.	экзамен
9	7	Текущий контроль	Практическая работа № 7	1	10	Работа содержит две задачи. Каждая задача оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов – задача решена верно, студент может объяснить полученное решение; 4 балла – задача решена верно, но имеются недочёты или незначительные ошибки; 3 балла – задача решена с ошибками, верно записаны основные соотношения, но студент не смог их применить; 2 балла – задача решена не верно, ход решения выбран верный, имеются ошибки в формулах; 1 балл – задача не решена, но верно записаны основные формулы;	экзамен

						0 баллов – решение не предоставлено.	
10	7	Текущий контроль	Практическая работа № 8	1	10	Практическая работа содержит два задания, каждое из которых оценивается по 5 баллов. Работа выполнена верно - 5 баллов; работа выполнена верно, но имеются недочеты не влияющие на конечный результат - 4 балла; в работе допущены 1-2 ошибки - 3 балла; в работе допущено 3 ошибки - 2 балла; в работе допущено более трёх ошибок - 1 балл; работа не представлена - 0 баллов	экзамен
11	7	Текущий контроль	Устный опрос 2	1	10	Опрос содержит два теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: дан полный ответ на вопрос - 5 баллов; дан полный ответ на вопрос, но имеются неточности в ответе - 4 балла; дан неполный ответ на вопрос, выделены основные положения - 3 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены 1-2 негрубые ошибки - 2 балла; дан неполный ответ на вопрос, допущены грубые ошибки - 1 балл; ответ отсутствует - 0 баллов.	экзамен
12	7	Промежуточная аттестация	Экзаменационная работа	-	15	Билет содержит три теоретических вопроса. Каждый вопрос оценивается по пятибалльной шкале: 5 баллов - студент безошибочно ответил на вопрос, демонстрирует системные и достаточно глубокие знания, владеет необходимой терминологией; 4 балла - студент в полном объеме ответил на вопрос, допущены незначительные неточности; 3 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, но в ходе собеседования ответил на дополнительные вопросы по билету; 2 балла - студент дал неполный ответ на вопрос, в ходе собеседования не ответил на дополнительные вопросы по билету; 1 балл - в ответах студент допустил ошибки и не смог их исправить в ходе собеседования; 0 баллов - ответ отсутствует.	экзамен

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

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

	рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время экзамена в виде устного опроса. Студенту выдается билет, содержащий 3 вопроса из разных тем курса. Студенту дается 60 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.	
зачет	Оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине проводится на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации. Прохождение всех контрольно-рейтинговых мероприятий текущего контроля обязательно. Контрольное мероприятие промежуточной аттестации проводится во время зачета в виде устного опроса. Студенту выдается билет, содержащий 2 вопроса из разных тем курса. Студенту дается 40 минут на подготовку ответов. Затем студент озвучивает свои ответы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ПК-6	Знает: основы математических моделей механики сплошных сред	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК-6	Имеет практический опыт: использования математических моделей и методов решения задач механики жидкости и газа	+	+	+	+					+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

- Ковалев, Ю. М. Введение в математические модели механики сплошных сред [Текст : непосредственный] учеб. пособие по направлению "Механика и мат. моделирование" и др. Ю. М. Ковалев, В. Ф. Куропатенко ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Вычисл. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 80, [2] с. ил.

б) дополнительная литература:

- Жермен, П. Курс механики сплошных сред: Общ. теория Пер. с фр. - М.: Высшая школа, 1983. - 399 с. ил.
- Мейз, Д. Э. Теория и задачи механики сплошных сред Д. Э. Мейз; Пер. с англ. Е. И. Свешниковой; Под ред. М. Э. Эглит. - М.: Мир, 1974. - 318 с. черт.
- Седов, Л. И. Механика сплошной среды Т. 1 Учебник для ун-тов и втузов: В 2 т. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1983. - 528 с. ил.
- Седов, Л. И. Механика сплошной среды Т. 2 Учебник для ун-тов и втузов. - 4-е изд., испр. и доп. - М.: Наука, 1984. - 560 с. ил.

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

1. «Доклады РАН»

2. 2. «Известия РАН. Механика жидкости и газа»
3. 3. «Прикладная механика и техническая физика»
4. 4. «Журнал вычислительной математики и математической физики»
5. 5. Вестник Южно-Уральского Государственного Университета

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические рекомендации для СРС

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические рекомендации для СРС

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Андреев, В.К. Математические модели механики сплошных сред. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 240 с. http://e.lanbook.com/book/67464
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Победря, Б.Е. Основы механики сплошной среды. Курс лекций. [Электронный ресурс] / Б.Е. Победря, Д.В. Георгиевский. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2006. — 272 с. http://e.lanbook.com/book/47548

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(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	708а (1)	компьютер, проектор, экран