

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Инженерный институт



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Таюрский

ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Механика жидкости, газа и плазмы Б1.В.ОД.5

Направление подготовки: 16.03.01 - Техническая физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Иовлева О.В. , Ларионов В.М.

**Рецензент(ы):**

Зарипов Ринат Герфанович

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Кашапов Н. Ф.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Инженерного института:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_\_ от "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 868128219

Казань

2019

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. Иовлева О.В. кафедра технической физики и энергетики Инженерный институт , Olga.Beloded@kpfu.ru ; профессор, д.н. (доцент) Ларионов В.М. кафедра технической физики и энергетики Инженерный институт , Larionov.kfu@gmail.com

### 1. Цели освоения дисциплины

понимание основных законов движения сплошной среды в отсутствие и с учетом влияния гравитационных и электромагнитных сил.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ОД.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 16.03.01 Техническая физика и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 3 курсе, 5 семестр.

Дисциплина Б3.В2 "Механика жидкости, газа и плазмы" входит в профессиональный цикл подготовки бакалавров по направлению 223200 "Техническая физика" и является обязательной для изучения студентами.

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-2 (профессиональные компетенции)	готовность и способность использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовность использовать физико-математический аппарат, способность применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способность и готовность к теоретическим и экспериментальным исследованиям в избранной области технической физики, готовность учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы механики сплошной среды и низкотемпературной плазмы;  
уравнения движения идеальной и вязкой жидкости и методы их решения;  
уравнения магнитной гидродинамики;  
характер и картину течения газа и жидкости в каналах и при обтекании твердых тел в обычных условиях и при наличии плазмы.

2. должен уметь:

применять методы механики сплошной среды и низкотемпературной плазмы к решению практических задач;

выполняя расчеты параметров течений газа, жидкости и плазмы;

проводить измерения параметров течения сплошной среды в отсутствие и с учетом электрических разрядов.

3. должен владеть:

математическим аппаратом механики жидкости, газа и плазмы;

навыками проведения расчетов потоков сплошной среды, в том числе при наличии электромагнитного поля;

навыками работы с современной измерительной аппаратурой.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

проводить теоретические и экспериментальные исследования процессов движения сплошной среды, в том числе при наличии электромагнитного поля;

выполнять физико-технические расчеты применительно к конкретным промышленным установкам;

разрабатывать программу, приборное и методическое обеспечение экспериментальных и проектно-конструкторских работ.

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) 288 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. История развития теории движения сплошной среды. Объекты исследования и подходы.	5		6	0	0	
2.	Тема 2. Идеальная жидкость.	5		6	8	20	Письменная работа
6.	Тема 6. Вязкая жидкость.	5		6	10	20	Отчет
10.	Тема 10. Ламинарный пограничный слой.	5		6	0	20	Отчет

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
13.	Тема 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.	5		6	10	18	Отчет
17.	Тема 17. Понятие и определение плазмы.	5		6	8	20	Письменная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	5		0	0	0	Экзамен
	Итого			36	36	98	

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. История развития теории движения сплошной среды. Объекты исследования и подходы.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Основные разделы: механика деформируемого твёрдого тела, гидромеханика, газовая динамика. Подходы к изучению движения деформируемых сред. Проблемы механики сплошных сред. Гипотеза сплошности. Методы описания движения сплошной среды.

### Тема 2. Идеальная жидкость.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Идеальная жидкость Стационарное течение Уравнение Бернулли Следствие уравнения Бернулли Вязкость Уравнение Навье-Стокса Число Рейнольдса Ламинарное течение Турбулентное течение Подъемная сила Уравнения движения газа (жидкости). Уравнение неразрывности (интегральные и дифференциальное). Уравнение количества движения (интегральные и дифференциальное) Использование интегральных уравнений гидромеханики для решения прикладных задач. Математическое описание рабочих процессов в полостях. Определение силы действующей на тело помещенное в газовый поток.

#### **практическое занятие (8 часа(ов)):**

Решение задач по теме: 1. Из открытой емкости через небольшое отверстие на дне вытекает вода. Уровень жидкости в емкости поддерживается постоянным  $h = 5$  м. Определить скорость истечения воды,  $\rho = 103$  кг/м<sup>3</sup>. 2. Найти скорость истечения воздуха из большой емкости в атмосферу, считая, что газ расширяется адиабатически. Давление воздуха в емкости  $P_1$ , плотность  $\rho_1$  ; в атмосфере:  $P_0, \rho_0$  , показатель адиабаты  $\gamma$  , сила тяжести не учитывается. 3. В горизонтальной трубе длиной  $l$  движется несжимаемая жидкость плотностью  $\rho$  . Найти скорость истечения, если жидкость непрерывно поступает в трубу, причем давление на входе изменяется по закону  $P = P_0 + at$  , а на выходе равно атмосферному  $P_0$  .

#### **лабораторная работа (20 часа(ов)):**

1. Метод определения расхода воздуха с использованием расходомера и по падению давления в ресивере. 2. Истечение воздуха из ресивера: докритический, критический режим течения.

### Тема 6. Вязкая жидкость.

#### **лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Уравнения движения. Диссипация энергии. Подобие течений, числа Рейнольдса, Струхалья, Эйлера, Фруда. Течение при малых числах Рейнольдса. Течение Куэтта, движение в плоском и осесимметричном канале. Формула Стокса. Течение за обтекаемым телом, ламинарный "след".

#### **практическое занятие (10 часа(ов)):**

Решение задач по теме: 1. В некотором сечении трубы радиусом  $R$  давление равно  $P_0$ . Расход жидкости  $G$  и коэффициент кинематической вязкости  $\nu$  известен. Определить длину участка, на котором давление уменьшается в 2 раза. 2. Между двумя параллельными пластинами длиной  $l$ , шириной  $d$ , расстояние между которыми  $h$ , движется вязкая несжимаемая жидкость. Градиент давления  $dP/dx = -a$ , коэффициент динамической вязкости  $\eta$ . Определить количество диссипируемой энергии. 3. Определить расход газа в трубе длиной  $l$ , радиусом  $R$ , если давление на входе равно  $P_0$ , на выходе  $P_1$ , начальная плотность газа  $\rho_0$ , показатель адиабаты  $\gamma$ , коэффициент динамической вязкости  $\eta$ .

**лабораторная работа (20 часа(ов)):**

1. Исследование характеристик трубопровода: определение потерь напора по длине, коэффициентов сопротивления и трения. 2. Изучение закона сохранения энергии при течении воздуха по трубопроводу переменного сечения.

**Тема 10. Ламинарный пограничный слой.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Уравнения Прандтля. Пограничный слой на пластине, толщина пограничного слоя.

**лабораторная работа (20 часа(ов)):**

Исследование эпюр распределения скоростей (по величине динамического давления) при ламинарном течении воздуха по трубопроводу круглого сечения с помощью трубки Пито.

**Тема 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Общая характеристика. Логарифмический профиль скорости. Пограничный слой на пластине. Обтекание тел при больших числах Рейнольдса, кризис сопротивления.

**практическое занятие (10 часа(ов)):**

Решение задач по теме: 1. Оценить толщину вязкого подслоя и скорость газа на его границе в трубе радиусом 0.01 м, если на участке длиной 1 м давление уменьшается на 370 Па, плотность газа 1.23 кг/м<sup>3</sup>, коэффициент кинематической вязкости  $1.5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с. 2. Измерения показали, что скорость газа ( $\nu = 1.5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с,  $\rho = 1.23$  кг/м<sup>3</sup>) на оси трубы радиусом 0.01 м равна 15 м/с и на участке длиной 1.3 м статическое давление уменьшается на 140 Па. Вычислить коэффициент сопротивления. 3. Расход газа ( $\nu = 1.5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с,  $\rho = 1.23$  кг/м<sup>3</sup>) в трубе радиусом 0.02 м, длиной 5 м равен 0.03 кг/с. Воспользовавшись степенным распределением и формулой Блазиуса, определить скорость газа на оси трубы и уменьшение статического давления.

**лабораторная работа (18 часа(ов)):**

1. Исследование эпюр распределения скоростей (по величине динамического давления) при турбулентном течении воздуха по трубопроводу круглого сечения с помощью трубки Пито. 2. Изучение способа определения расхода с использованием трубки Пито.

**Тема 17. Понятие и определение плазмы.**

**лекционное занятие (6 часа(ов)):**

Физика плазмы и электродинамика. Плазма как жидкость. Уравнения магнитной гидродинамики. Движение плазмы в магнитном поле.

**практическое занятие (8 часа(ов)):**

Решение задач по теме: 1. Оценить условия зажигания, выгорание и энергетический выход для дейтерий-тритиевого (DT) шара плотностью  $n = 10^{24}$  нт (нт =  $4,5 \cdot 10^{22}$  см<sup>-3</sup> ? плотность твердого DT) и диаметром  $2r = 10$  мкм. 2. Рассчитать вольт-амперную характеристику дуги в цилиндрической трубе. 3. Найти первые члены разложения свободной энергии  $F$  единицы объема полностью ионизованной плазмы по плотности  $n$ .

**лабораторная работа (20 часа(ов)):**

Исследование вольт-амперной характеристики тлеющего разряда.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**



N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
2.	Тема 2. Идеальная жидкость.	5		подготовка к письменной работе	14	письменная работа
6.	Тема 6. Вязкая жидкость.	5		подготовка к отчету	14	отчет
10.	Тема 10. Ламинарный пограничный слой.	5		подготовка к отчету	14	отчет
13.	Тема 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.	5		подготовка к отчету	14	отчет
17.	Тема 17. Понятие и определение плазмы.	5		подготовка к письменной работе	17	письменная работа
	Итого				73	

## 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Используются следующие формы учебной работы: лекции, лабораторные и семинарские занятия, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации.

Лекционные занятия дополняются лабораторными работами, что позволяет студентам пронаблюдать и проанализировать изучаемые явления. Лекционные занятия проводятся с использованием мультимедийного комплекса, также позволяющего наглядно получать студентам всю необходимую информацию. Материалы курса лекций, список контрольных вопросов, задания для практических занятий и самостоятельной работы, а также методические материалы в форме ЭОР размещены в интернете на сайте Института Физики.

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

**Тема 1. История развития теории движения сплошной среды. Объекты исследования и подходы.**

**Тема 2. Идеальная жидкость.**

письменная работа , примерные вопросы:

Изучить и усвоить основные положения идеальной жидкости.

**Тема 6. Вязкая жидкость.**

отчет , примерные вопросы:

Провести измерения , обработать данные, оформить в виде отчета и сдать преподавателю

**Тема 10. Ламинарный пограничный слой.**

отчет , примерные вопросы:

Провести измерения , обработать данные, оформить в виде отчета и сдать преподавателю

**Тема 13. Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.**

отчет , примерные вопросы:

Провести измерения , обработать данные, оформить в виде отчета и сдать преподавателю

**Тема 17. Понятие и определение плазмы.**

письменная работа , примерные вопросы:

Изучить и усвоить основные положения плазмы

### **Итоговая форма контроля**

экзамен (в 5 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

Билет 1.

Уравнение непрерывности.

Турбулентный пограничный слой.

Ионизированный газ движется в силовом поле, создающем ускорение ( $a$ ) в плоскости ( $x, z$ ) под углом  $30^\circ$  к оси ( $x$ ). Получить уравнение движения с учетом силового поля и силы тяжести в векторной форме и для проекций скорости.

Уравнения для проекций скорости получить самостоятельно.

Билет 2.

Уравнение Эйлера.

Диссипация энергии в несжимаемой жидкости.

Определить скорость истечения воды из скважины глубиной  $h = 10$  м, если давление в подземном резервуаре в 5 раз больше атмосферного  $P_a = 10^5$  Па.

Билет 3.

Уравнение Бернулли.

Установившееся движение вязкой несжимаемой.

На какую высоту поднимется вода в трубе, если давление подачи в 4 раза больше атмосферного  $P_a = 10^5$  Па?

Билет 4.

Поток энергии.

Течение при малых Числах Рейнольдса.

Из закрытой емкости, внутри которой поддерживается постоянное давление  $P = 1.003P_a$ , через небольшое отверстие выходит газ. Определить скорость истечения газа в атмосферу  $P_a = 10^5$  Па,  $\rho = 1.5$  кг/м<sup>3</sup>.

Билет 5.

Поток импульса.

Ламинарный пограничный слой.

Найти силу трения, действующую на единицу поверхности вязкой несжимаемой жидкости, движущейся в трубе длиной  $l$ , радиусом  $R$ , если давление на ее концах  $P_0, P_l$ .

Билет 6.

Уравнение движения вязкой жидкости.

Обтекание пластины.

Чему равна средняя по сечению трубы скорость вязкой несжимаемой жидкости в трубе, если скорость течения на оси трубы  $U_m$ ?

Билет 7.

Потенциальное движение, его свойства.

Влияние пограничного слоя на характер течения.

Вывести формулу для коэффициента сопротивления шара, обтекаемого вязкой несжимаемой жидкостью.

Билет 8.

Обтекание тел, сила сопротивления.

Турбулентная струя.



Оценить дебаевский радиус  $r_D$  для плазмы, состоящей из электронов и ионов с зарядом  $Z \gg 1$ .

Билет 9.

Волновое уравнение.

Понятие и определение плазмы.

В момент времени  $t=0$  электроны плазмы приобрели скорость  $v_x = v_0 \cos(kx_0)$ , где  $x_0$  - начальная координата электрона. Считая ионы неподвижными, а начальное распределение плотности электронов однородным и равным  $n_0$ , описать движение электронов.

Билет 10.

Турбулентное течение жидкости в трубе, коэффициент сопротивления.

Модель плазмы 1.

Определить расход газа в трубе длиной  $l$ , радиусом  $R$ , если давление на входе равно  $P_0$ , на выходе  $P_1$ , начальная плотность газа  $\rho_0$ , показатель адиабаты  $\gamma$ , коэффициент динамической вязкости  $\eta$ .

Билет 11.

Турбулентное движение вязкой несжимаемой жидкости.

Модель плазмы 2.

Оценить толщину вязкого подслоя и скорость газа на его границе в трубе радиусом  $0.01$  м, если на участке длиной  $1$  м давление уменьшается на  $370$  Па, плотность газа  $1.23$  кг/м<sup>3</sup>, коэффициент кинематической вязкости

### 7.1. Основная литература:

Арутюнов, В.А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.А. Арутюнов, В.А. Капитанов, И.А. Левицкий [и др.]. ? Электрон. дан. ? М. : МИСИС, 2007. ? 84 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1813](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1813) ? Загл. с экрана.

Волков, К.Н. Вычислительные технологии в задачах механики жидкости и газа [Электронный ресурс] : / К.Н. Волков, В.Н. Емельянов. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2012. ? 466 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59637](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59637) ? Загл. с экрана.

Ковалевский, М.Ю. Статистическая механика квантовых жидкостей и кристаллов [Электронный ресурс] : монография / М.Ю. Ковалевский, С.В. Пелетминский. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2006. ? 369 с. ? Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=59429](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=59429) ? Загл. с экрана.

Давыдова М. А. Лекции по гидродинамике: учеб. пособие - Москва: Физматлит, 2011 - 215с. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=5264](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5264)

Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа: учебник: 6 - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2017 - 272с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=544277>

Математическое моделирование в механике сплошных сред / Темам Р., Миранвиль А., - 3-е изд., (эл.) - М.:Лаборатория знаний, 2017. - 323 с.: ISBN 978-5-00101-494-2 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/538840>

### 7.2. Дополнительная литература:

Мазо А. Б. и др. Гидродинамика: учебное пособие для студентов нематематических факультетов - 2014 - URL: <http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-772753.pdf>

Ландау Л. Д. и др. Теоретическая физика: : В 10 т. Гидродинамика - Москва: Физматлит, 2001 - 736с. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2232](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2232)

Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник: 2 - Москва: ООО 'Научно-издательский центр ИНФРА-М', 2018 - 704с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=926430>

### 7.3. Интернет-ресурсы:

Лекции по механике жидкостей и газов - <http://www.twirpx.com/files/mechanics/fluids/lectures/>

Механика жидкости, газа и плазмы - <http://mechmath.ipmnet.ru/mech/fluid/>

Механика жидкости и газа - Физическая энциклопедия - [http://femto.com.ua/articles/part\\_1/2258.html](http://femto.com.ua/articles/part_1/2258.html)

Механика сплошных сред, динамика многофазных сред - <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/continuous.htm>

3Механика жидкости и газа - [http://www.0zd.ru/fizika\\_i\\_energetika/mexanika\\_zhidkosti\\_i\\_gaza.html](http://www.0zd.ru/fizika_i_energetika/mexanika_zhidkosti_i_gaza.html)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Механика жидкости, газа и плазмы" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. 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, УМК, 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 профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен студентам. 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента" , доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Требуется специализированная лаборатория для обеспечения лабораторного практикума.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 16.03.01 "Техническая физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Ларионов В.М. \_\_\_\_\_

Иовлева О.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Зарипов Ринат Герфанович \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.