МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

«____» _____ 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА

(наименование дисциплины по учебному плану ОПОП)

для направления подготовки (специальности)
28.03.02 Наноинженерия
(код, наименование)

Профиль подготовки (специализация)
Инженерные нанотехнологии в приборостроении
(название профиля, магистерской программы, специализации по УП)

Форма обучения очная Срок обучения нормативный

Кафедра физики
(наименование кафедры-разработчика УМКД)

УМКД разработала: Татьянина Е.П., к.ф.-м.н.
(Ф.И.О., ученая степень авторов разработки)

Рассмотрено и одобрено на заседании
методической комиссии ФРТЭ
(наименование факультета)
Протокол № 5 от 20 января 2017 г.
Председатель методической комиссии _____ Москаленко А.Г.

Воронеж 2017 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ученого совета ФРТЭ

_____ В.А. Небольсин

«____» _____ 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Физика
(наименование дисциплины (модуля) по УП)

Закреплена за кафедрой: физики
Направление подготовки (специальности): 28.03.02 Наноинженерия
(код, наименование)
Профиль: Инженерные нанотехнологии в приборостроении
(название профиля по УП)

Часов по УП: 468; Часов по РПД: 468
Часов по УП (без учета часов на экзамены): 396; Часов по РПД: 396
Часов на самостоятельную работу по УП: 144 (36,4 %);
Часов на самостоятельную работу по РПД: 144 (36,4 %)
Общая трудоемкость в ЗЕТ: 12;
Виды контроля в семестрах (на курсах): Экзамены – 2, 3; Зачеты – 1; Курсовые проекты —; Курсовые работы —.
Форма обучения: очная**;**
Срок обучения: нормативный**.**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	**№ семестров, число учебных недель в семестрах**																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	18	18	18	18	36	36											72	72
Лабораторные	36	36	36	36	36	36											108	108
Практические	18	18	36	36	18	18											72	72
Ауд. занятия	**72**	**72**	**90**	**90**	**90**	**90**											**252**	**252**
Сам. работа	**54**	**54**	**36**	**36**	**54**	**54**											**144**	**144**
Итого	**126**	**126**	**126**	**126**	**144**	**144**											**396**	**396**

Сведения о ФГОС ВО, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 28.03.02 «Наноинженерия», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 декабря 2015 г. № 1414.

Программу составил:_____ к.ф.-м.н., Татьянина Е.П.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рецензент: _____ к.т.н., Липатов Г.И.
(подпись, ученая степень, ФИО)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению подготовки 28.03.02 «Наноинженерия», профиля подготовки «Инженерные нанотехнологии в приборостроении».

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

протокол №4 от 16 января 2017 г.

Зав. кафедрой физики _____ Т.Л. Тураева

Согласовано:
Зав. выпускающей
кафедрой ППЭНЭ _____ С.И. Рембеза

Рассмотрено и одобрено на заседании методической комиссии ФРТЭ
протокол № 5 от «20» января 2017 г.

Председатель методической комиссии _____ А.Г. Москаленко

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	**Целью освоения дисциплины** является формирование у обучающихся целостного представления о современной физической картине мира, знаний о фундаментальных физических законах, теориях, методах классической и современной физики; формирование научного мировоззрения и навыков владения основными приемами и методами решения прикладных проблем
1.2	**Для достижения цели ставятся задачи:**
1.2.1	изучение законов окружающего мира и их взаимосвязи;
1.2.2	овладение фундаментальными принципами и методами решения научно-технических задач;
1.2.3	освоение основных физических теорий, позволяющих описать явления в природе, и пределов применимости этих теорий для решения современных и перспективных профессиональных задач;
1.2.4	формирование навыков по применению положений фундаментальной физики к грамотному научному анализу ситуаций, с которыми бакалавру придется сталкиваться при создании или использовании новой техники и новых технологий;
1.2.5	формирование у студентов основ естественнонаучной картины мира;
1.2.6	ознакомление студентов с историей и логикой развития физики и основных ее открытий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: базовая часть	Код дисциплины в УП: Б1.Б.4
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
В процессе её изучения используются базовые знания обучающихся, полученные ими в школе при изучении «Физики», а также при изучении дисциплины Б1.Б.4 «Математика».	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
Обеспечивает базовый уровень при изучении естественнонаучных и профессиональных дисциплин.	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-1	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и экспериментального исследования

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**знать:** законы Ньютона и законы сохранения, принципы специальной теории относительности Эйнштейна, элементы общей теории относительности, элементы механики жидкостей, законы термодинамики, статистические распределения, процессы переноса в газах, уравнения состояния реального газа, элементы физики жидкого и твердого состояния вещества, физику поверхностных явлений, законы электростатики, природу магнитного поля и поведение веществ в магнитном поле, законы электромагнитной индукции, уравнения Максвелла, волновые процессы, геометрическую и волновую оптику, взаимодействие излучения с веществом, соотношение Гейзенберга, уравнение Шредингера и его решения для простейших систем, строение многоэлектронных атомов, квантовую статистику электронов в металлах и полупроводниках, физику контактных явлений, строение ядра, классификацию элементарных частиц (ОПК-1);
3.2	**уметь:** решать типовые задачи по основным разделам курса, используя методы математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности (ОПК-1);
3.3	**владеть:** методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при

	проведении физического эксперимента (ОПК-1).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость в часах					
			Лекции	Практ. занятия	Лаб. работы	СРС	Экз.	Всего часов
I семестр								
1	Физические основы механики	1—8	8	8	16	24		56
2	Физика колебаний и волн	9—12	4	4	12	14		34
3	Молекулярная физика и термодинамика	13—18	6	6	8	16		36
	Итого часов		**18**	**18**	**36**	**54**		**126**
II семестр								
4	Электричество и магнетизм	1—12	12	24	24	24		84
5	Оптика	13—18	6	12	12	12		42
6	Подготовка к экзамену						36	36
	Итого часов		**18**	**36**	**36**	**36**	**36**	**162**
III семестр								
7	Квантовая физика	1—10	20	12	24	36		90
8	Атомная и ядерная физика	11—18	16	6	12	18		54
9	Подготовка к экзамену						36	36
	Итого часов		**36**	**18**	**36**	**54**	**36**	**180**
	Всего часов		**72**	**72**	**108**	**144**	**72**	**468**

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема лекции	Объем часов
СЕМЕСТР 1		
1. Физические основы механики		**8**
1, 2	Кинематика материальной точки. Поступательное и вращательное движение твердого тела. Динамика материальной точки и поступательного движения твердого тела. *Самостоятельно:* Специальная теория относительности. Принцип относительности Галилея и преобразования Галилея. Постулаты Эйнштейна. Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета.	2
3, 4	Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Закон сохранения импульса. Движение тел с переменной массой. *Самостоятельно:* Релятивистский импульс и релятивистское уравнение динамики. Релятивистское выражение кинетической и полной энергии. Взаимосвязь массы и энергии в СТО.	2
5, 6	Работа переменной силы. Мощность. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. *Самостоятельно:* Механика упругих тел. Упругие деформации и напряжения. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Закон Гука. Модуль Юнга и модуль сдвига. Энергия упруго деформированного тела.	2
7, 8	Динамика вращательного движения. Момент инерции твердых тел. Теорема Штейнера Момент импульса материальной точки и механической системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса механической системы. Кинетическая энергия и работа при вращательном движении. *Самостоятельно:* Механика жидкости. Стационарное течение идеальной жидкости. Линии и трубки тока. Неразрывность струи. Уравнение Бернулли. Вязкость. Силы внутреннего трения. Ламинарное и турбулентное течения. Движение тел в жидкостях и газах. Лобовое сопротивление при обтекании тел. Число Рейнольдса.	2
2. Механические колебания и волны		**4**

9, 10	Дифференциальное уравнение осциллятора и его решение. Пружинный, физический и математический маятники. Энергия гармонического осциллятора.	2
11, 12	Сложение гармонических колебаний одинакового направления. Сложение взаимно-перпендикулярных колебаний. Биения. Фигуры Лиссажу. *Самостоятельно:* Волны в упругих средах.	2
3. Молекулярная физика и термодинамика		**6**
13, 14	Распределение Максвелла-Больцмана молекул идеального газа. Явления переноса: диффузия, теплопроводность и внутреннее трение.	2
15, 16	Основы термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Работа термодинамической системы. Количество теплоты. Теплоемкость. Циклические процессы. Энтропия и ее статистическая интерпретация.	2
17, 18	Реальные газы, жидкости и кристаллы.	2
Всего часов		**18**
СЕМЕСТР 2		
4. Электричество и магнетизм		**12**
1, 2	Электрическое поле в вакууме и его характеристики. Теорема Гаусса и применение ее для расчета электростатических полей.	2
3, 4	Электрическое поле в диэлектрике. Поляризация. *Самостоятельно:* Электроемкость уединённого проводника, конденсатора. Энергия системы проводников. Объёмная плотность электрического поля.	2
5, 6	Законы постоянного тока.	
7, 8	Магнитное поле в вакууме и в веществе. Закон Био—Савара—Лапласа и его применение к расчету магнитных полей. *Самостоятельно:* Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Принцип работы ускорителей. Эффект Холла.	2
9, 10	Электромагнитная индукция. Магнитная энергия проводника с током и энергия магнитного поля.	2
11, 12	Свободные колебания в контуре без активного сопротивления. Затухающие и вынужденные колебания. Резонансные колебания. Электромеханические аналогии. *Самостоятельно:* Усилители и автогенераторы электромагнитных колебаний. Переменный ток. Мощность переменного тока.	2
5. Оптика		6
13, 14	Электромагнитные колебания. Уравнения Максвелла. Вывод волновых уравнений для полей ***E*** и ***H*** из уравнений Максвелла.	2
15, 16	Электромагнитная природа света. Интерференция и дифракция света. *Самостоятельно:* Интерферометры.	2
17, 18	Поляризация света. Поглощение и дисперсия света.	2
Всего часов		**18**
СЕМЕСТР 3		
6. Квантовая физика		**20**
1	Излучение нагретых тел. Спектральные характеристики теплового излучения. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Формула Релея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Оптические пирометры.	2
2	Фотоны. Масса и импульс фотона. Давление света. Внешний фотоэффект. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона. Опыт Боте. Корпускулярно-волновой дуализм света.	2
3	Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Опыты Девиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Оценка основного состояния атома водорода.	2
4	Уравнение Шредингера. Волновая функция, ее статистический смысл и условия,	2

	которым она должна удовлетворять. Движение свободной частицы.	
5	Частица в одномерной потенциальной яме. Квантование энергии. Принцип соответствия Бора. Одномерный потенциальный порог и барьер. Гармонический осциллятор.	2
6	Постулаты Бора. Опыт Франка—Герца. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера.	2
7	Квантово-механическая модель атома водорода. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа электрона в атоме водорода. Вырождение энергетических уровней. Правила отбора для квантовых переходов. Схема энергетических уровней. Спектр атома водорода.	2
8	Магнитный момент атома. Атом в магнитном поле. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Тонкая структура спектральных линий. Спин-орбитальное взаимодействие. Эффект Зеемана.	2
9	Принцип Паули. Порядок заполнения электронных оболочек. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Векторная модель многоэлектронного атома. Типы связей. Рентгеновские лучи. Сплошной спектр и характеристическое излучение. Закон Мозли. Эффект Оже.	2
10	Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условия усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.	2
7. Атомная и ядерная физика		**16**
11	Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Боровская теория атома водорода.	2
12	Характеристики атомного ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов, спин и магнитный момент. Свойства и обменный характер ядерных сил. Капельная, оболочечная и обобщенная модель ядра.	2
13	Естественная и искусственная радиоактивность. Виды радиоактивного излучения.	2
14	Ядерные реакции. Законы сохранения в ядерных реакциях. Деление ядер. Синтез ядер *Самостоятельно:* методы регистрации радиоактивного излучения	2
15	Космические лучи. Первичное и вторичное излучение. Интенсивность, состав, энергетический спектр. Высотный ход интенсивности космических лучей. Взаимодействие первичного космического излучения с магнитным полем Земли. *Самостоятельно*: Широтный эффект. Радиационные пояса. Происхождение космических лучей.	2
16	Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия и классы элементарных частиц. Стандартная модель элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Проблема объединения фундаментальных взаимодействий.	2
17	Физическая картина мира. Основные достижения и проблемы субъядерной физики. Современные космологические представления. Достижения наблюдательной астрономии. Теоретические космологические модели.	2
18	Антропный принцип. Революционные изменения в технике и технологиях как следствие научных достижений в области физики. Физическая картина мира как философская категория.	2
	Всего часов	**36**
	Итого часов	**72**

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема практического занятия	Объем часов	Форма контроля
СЕМЕСТР 1			

	Физические основы механики	**8**	
1-2	Кинематика криволинейного движения мат.точки и вращательного движения твердого тела.	2	Тест
3-4	Динамика поступательного и вращательного движения твердого тела.	2	Тест
5-6	Закон сохранения импульса. Столкновение частиц. Работа и энергия. Закон сохранения энергии.	2	Тест
7-8	Работа и энергия при вращательном движении. Закон сохранения момента импульса. ***Коллоквиум «Физические основы механики»***	2	Тест
	Механические колебания и волны	**4**	
9-10	Кинематика и динамика гармонических колебаний. Сложение колебаний	2	
11-12	Затухающие и вынужденные колебания. ***Контрольная работа по теме «Механические колебания и волны»***	2	Контр.
	Молекулярная физика и термодинамика	**6**	
13-14	Законы идеального газа. Распределение Максвелла—Больцмана.	2	
15-16	Явления переноса.	2	*Самост.*
17-18	Первое начало термодинамики. Теплоемкость идеального газа. Тепловые машины. Цикл Карно. Энтропия. ***Коллоквиум «Молекулярная физика и термодинамика»***	2	
	Всего часов	**18**	
	СЕМЕСТР 2		
	Электричество и магнетизм	**24**	
1	Закон Кулона. Закон сохранения заряда. Напряженность и потенциал. Принцип суперпозиции.	2	
2	Применение теоремы Гаусса для расчета полей.	2	
3	Электроемкость проводников и конденсаторов. Энергия электростатического поля	2	
4	**Коллоквиум *«Электростатика»***	2	Тест
5	Законы постоянного тока. Правила Кирхгофа. Расчет электрических цепей постоянного тока	2	
6	Тепловое действие тока. Мощность в цепи постоянного тока		
7	**Контрольная работа по теме *«Законы постоянного тока»***	2	Контр.№1
8	Магнитное поле в вакууме. Закон Био–Савара–Лапласа. Принцип суперпозиции. Сила Ампера.	2	
9	Сила Лоренца. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле	2	
10	Электромагнитная индукция. Магнитное поле в веществе. Энергия магнитного поля	2	
11	**Коллоквиум *«Электромагнетизм»***	2	Тест
12	Электромагнитные колебания	2	Самост.
	Волновая оптика	**12**	
13	Уравнения Максвелла.	2	Самост.
14	Интерференция света.	2	
15	Дифракция света. Дифракционная решетка как спектральный прибор.	2	
16	Поляризация света.	2	
17	Поглощение и дисперсия света.	2	

18	***Контрольная работа по теме «Волновая оптика»***		Контр.№2
	Всего часов	**36**	
СЕМЕСТР 3			
	Квантовая физика.	**12**	
1-2	Законы теплового излучения. Фотоэффект. Давление света.	2	
3-4	Эффект Комптона.	2	тест
5-6	Волновые свойства частиц. Соотношение неопределенностей.	2	
4-8	Уравнение Шредингера. Частица в потенциальной яме. Туннельный эффект.	2	
9-10	Атом водорода. Спектральные закономерности. Рентгеновские спектры.	2	Самост.
11-12	***Контрольная работа по теме «Элементы квантовой механики»***	2	Контр.
	Атомная и ядерная физика	**6**	
13-14	Ядерная модель атома. Боровская теория атома водорода. Состав и характеристики ядра. Радиоактивность.	2	
15-16	Ядерные реакции. Элементарные частицы. ***Контрольная работа по теме «Атомная и ядерная физика»***	2	Контр.
17-18	Выступления с сообщениями в свободной форме по желанию	2	
	Всего часов	**18**	
	Итого часов	**72**	

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	Форма контроля
СЕМЕСТР 1			
1. «Физические основы механики» **Перечень лабораторных работ:** № 1.1. «Определение ускорения свободного падения на машине Атвуда» № 1.2 «Определение модуля сдвига стальной проволоки методом крутильных колебаний» № 1.3 «Определение момента инерции методом трифилярного подвеса» №1.4. «Измерение момента инерции металлических колец при помощи маятника Максвелла» № 1.5 «Определение момента инерции крестообразного маятника» № 1.6 «Определение скорости полета пули с помощью баллистического маятника» №1.8 «Определение угловой скорости прецессии и момента инерции гироскопа» №1.10 «Определение динамической вязкости жидкости методом Стокса»		**16**	
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Обработка результатов измерений	2	
2	Выполнение лабораторной работы №1.0 «Расчет погрешностей при измерении объема цилиндра»	2	Опрос
3	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
4	Зачетное занятие	2	Отчет
5	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
6	Зачетное занятие	2	Отчет
7	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
8	Зачетное занятие	2	Отчет

2. «Механические колебания и волны» **Перечень лабораторных работ:** № 1.11 «Исследование законов колебательного движения физического маятника и определение ускорения свободного падения» № 1.12 «Определение ускорения свободного падения с помощью оборотного и математического маятников» № 1.13 «Определение приведенной длины физического маятника и ускорения свободного падения» № 1.14 «Изучение резонансных явлений при колебаниях плоской пружины» № 1.15 «Определение скорости звука в воздухе методом стоячей волны» № 1.16 «Определение скорости звука методом сдвига фаз»		**12**	
9	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
10	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
11	Зачетное занятие	2	Отчет
12	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
13	Зачетное занятие	2	Отчет
14	Зачетное занятие	2	Отчет
3. «Молекулярная физика и термодинамика» **Перечень лабораторных работ:** № 1.17 «Определение коэффициента внутреннего трения воздуха при различных температурах» № 1.18 «Определение отношение теплоемкостей воздуха при постоянном давлении и постоянном объеме» № 1.19 «Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии при охлаждении олова» № 1.20 «Изучение реального газа (эффект Джоуля—Томсона)»		**8**	
15	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
16	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком	2	Опрос
17	Зачетное занятие	2	Отчет
18	Зачетное занятие	2	Отчет
Всего часов		**36**	
СЕМЕСТР 2			
4. «Электричество и магнетизм» **Перечень лабораторных работ:** № 2.1. «Моделирование электростатических полей» № 2.2 «Определение ёмкости конденсаторов посредством измерения тока разряда» № 2.3 «Определение ёмкости конденсаторов мостиком Соти» № 2.4 «Определение ЭДС источника методом компенсации» № 2.5 «Измерение сопротивления проводников мостиком Уитстона» № 2.6 «Изучение обобщённого закона Ома и измерение электродвижущей силы методом компенсации» № 2.8 «**О**пределение отношения заряда электрона к его массе с помощью магнетрона» № 2.9 «Изучение магнитных полей, создаваемых вдоль оси длинной и короткой катушек» № 2.10 «Изучение явления взаимной индукции»		**24**	

№ 2.11 «Снятие кривой намагничивания и петли гистерезиса с помощью осциллографа» № 2.12 «Определение точки Кюри ферромагнетика» № 2.14 «Исследование затухающих электромагнитных колебаний» № 2.15 «Изучение вынужденных электромагнитных колебаний»			
1	Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности. Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Опрос
2	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Опрос
3	Зачетное занятие	2	Отчет
4	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Отчет
5	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Опрос
6	Зачетное занятие	2	Отчет
7	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Отчет
8	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Опрос
9	Зачетное занятие	2	Отчет
10	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Опрос
11	Зачетное занятие	2	Отчет
12	Зачетное занятие	2	Отчет
5. «Волновая оптика» **Перечень лабораторных работ:** № 2.20 «Изучение явления интерференции методом колец Ньютона» № 2.21 «Изучение явления дифракции на решетке» № 2.22 «Изучение поляризованного света. Проверка закона Малюса»		**12**	
13	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Опрос
14	Зачетное занятие	2	Отчет
15	Зачетное занятие	2	Отчет
16	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	2	Опрос
17	Зачетное занятие	2	Отчет
18	Зачетное занятие	2	Отчет
Всего часов		**36**	
СЕМЕСТР 3			
6. «Квантовая физика» **Перечень лабораторных работ:** №3.1 «Определение температуры оптическим пирометром» №3.2 «Исследование внешнего фотоэффекта» №3.3 «Исследование фотоэлемента» №3.4 «Изучение спектра атома водорода» №3.5 «Опыт Франка и Герца» №4.5 «Дифракция микрочастиц на щели» №4.6 «Прохождение микрочастиц через потенциальный барьер»		**24**	
1-2	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	4	Опрос

3-4	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	4	Опрос
5-6	Зачетное занятие	4	Отчет
7-8	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	4	Опрос
9-10	Зачетное занятие	4	Отчет
11-12	Зачетное занятие	4	Отчет
7. «Атомная и ядерная физика» **Перечень лабораторных работ:** №3.4 «Изучение спектра атома водорода» №3.5 «Опыт Франка и Герца» №3.16 «Исследование поглощения β- частиц в различных материалах» №3.17 «Определение длины пробега α- частиц в воздухе» №3.18 «Определение интенсивности потока частиц радиоактивного излучения»		**12**	
13-14	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	4	Отчет
15-16	Студенты выполняют одну из работ в соответствии с индивидуальным графиком.	4	Отчет
17-18	Зачетное занятие	4	Отчет
Всего часов		**36**	
Итого часов		**108**	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
СЕМЕСТР 1			
1-18	Проработка материала лекций с использованием рекомендуемой литературы	Опрос	18
2,3,5,7,9,10,12,15,16	Подготовка к лабораторным работам	Ответы на контрольные вопросы	9
4,6,8,11,13,14,17,18	Подготовка к отчету по лаб.работе	Отчет	9
3, 18	Подготовка к контрольным работам	Результаты выполнения задания	6
8, 11	Подготовка к коллоквиумам	Тест	12
		Всего часов	**54**
СЕМЕСТР 2			
1—18	Проработка материала лекций с использованием рекомендуемой литературы	Опрос	9
1,2,5,8,10,13,16	Подготовка к лабораторным работам	Ответы на контрольные вопросы	7
3,4,6,7,9,11,12,14,15,17,18	Подготовка к отчету по лаб.работе	Отчет	10
7, 13	Подготовка к контрольным работам	Результаты выполнения задания	4
4, 11	Подготовка к коллоквиумам		6
		Всего часов	**36**
СЕМЕСТР 3			
1-18	Проработка материала лекций с использованием рекомендуемой литературы	Опрос	18
1-18	Подготовка к лабораторным работам	Ответы на контрольные вопросы	18
5,7,9,11,13,15,17	Подготовка к отчету по лаб.работе	Отчет	14

4,10	Подготовка к контрольным работам	Результаты выполнения задания	4
		Всего часов	**54**
		Итого часов	**144**

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

5.1	**Лекции.** Лекционные занятия проводятся с использованием демонстраций опытов и экспериментов, с активным применением мультимедийных средств, видеофрагментов, электронных презентаций. Следует разумно сочетать индуктивный и дедуктивный методы рассмотрения материала, уделяя особое внимание разъяснению физической сущности изучаемых явлений, понятий и законов. В должной мере необходимо использовать математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления. На лекциях должны найти отражение основные этапы сложного исторического развития современной физики, роль отечественных ученых. В целях стимуляции самостоятельной работы студентов и экономии времени на лекции учебный материал второстепенного значения может быть вынесен на самостоятельную проработку. В соответствии с требованиями ФГОС ВО предусматривается широкое использование интерактивных форм проведения лекций (проблемные, лекции-дискуссии, лекции-конференции и др.).
5.2	**Практические занятия**. Во время практических занятий обсуждаются вопросы лекции, домашних заданий, проводятся контрольные и аудиторные самостоятельные работы, делаются устные сообщения по теме занятия, разбирается решение задач и т.д. Организация занятий предусматривает участие всех студентов в дискуссии, в мозговом штурме при анализе различных физических ситуаций и проблем. Рейтинговая система позволяет оценивать личностные качества студентов (исполнительность, инициативность, аккуратность, умение работать в коллективе).
5.3	**Лабораторный практикум.** Во время практикума проводятся реальные физические эксперименты с использованием лабораторного оборудования, оценивается точность и погрешность измерений, анализируется физический смысл полученных результатов. В ряде случаев проводятся исследования физических явлений с использованием компьютерного моделирования. Перед выполнением работы проверяется готовность студента к ее выполнению, а после оформления работы проводится ее защита.
5.4	**Самостоятельная работа студентов**. Эта работа включает усвоение теоретического материала, подготовку к практическим и лабораторным занятиям, выполнение индивидуальных расчётных заданий, работу с учебниками, иной учебной и учебно-методической литературой, подготовку к текущему контролю успеваемости. Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется регулярно путем опросов, защиты лабораторных работ, проверки выполнения домашних заданий, проведения физических диктантов, тестирования по отдельным темам дисциплины, коллоквиумов.
5.5	**Консультации.** Консультирование студентов проводится по вопросам учебного материала, написания рефератов.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

6.1	Тестовые задания для коллоквиумов по всем разделам физики.
6.2	Итоговые тесты по общему курсу физики
6.3	Контрольные задания для зачета по лабораторным работам
6.4	Контрольные работы по различным разделам курса физики

6.5	Экзаменационные контрольно-измерительные материалы

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Вид издания, год**	**Обеспеченность**
7.1.1. Основная литература				
1	Трофимова Т.И.	Курс физики, т. 1	2007, печатн.	0,6
2	Савельев И.В.	Курс физики: т. 1-5	2007, печатн.	0.6
3	Савельев И.В.	Курс физики: т. 1—5 http://e.lanbook.com/books/?p_f_1_65=918	электр.	1
4	Чертов А.Г., Воробьев А.А.	Задачник по физике	2009, печатн.	0,6
5	Иродов И.Е.	Задачи по общей физике	2009, печатн.	0,6
7.1.2. Дополнительная литература				
1	Москаленко А.Г., Татьянинина Е.П., Щетинин	Физические основы механики	2010 г, печатн.	0,1
2	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н.	Квантовая физика. Квантовая механика. Основы квантовой статистики и физики твердого тела.	2007 г, печатн.	0,1
7.1.3 Методические разработки				
1	Москаленко А.Г., Сафонов И.А., Матовых Н.В.	Методические указания к лабораторным работам по механике	№ 243-2010 печатн.	0.1
2	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Матовых Н.В. и др.	Методические указания к лабораторным работам по молекулярной физике и термодинамике	№ 31-2014 печатн.	0,1
3	Москаленко А.Г., Тураева Т.Л., Матовых Н.В. и др.	Методические указания к лабораторным работам по электричеству	№ 139-2013 Электр*	1
4	Москаленко А.Г., Тураева Т.Л., Матовых Н.В. и др.	Методические указания к лабораторным работам по электромагнетизму	№ 128-2014 Электр*	1
5	Москаленко А.Г., Тураева Т.Л., Татьянина Е.П.	Методические указания к лабораторным работам по волновой оптике	№ 123-2014 печатн.	0,1
6	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П..	Контрольные задания для зачета по лабораторным работам «Механика. Молекулярная физика и термодинамика»	№ 389-2010 печатн.	0.1
7	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П.	Контрольные задания для зачета по лабораторным работам «Электричество. Магнетизм. Волновая оптика»	№ 235-2011 Электр*	1
8	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П.	Методические указания к решению задач по кинематике, динамике, законам сохранения	№ 29-2014 Электр*	1
9	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П.	Методические указания к решению задач по колебаниям	№ 101-2008, печатн.	0,1
10	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П.	Методические указания к решению задач по молекулярной физике и термодинамике	№ 50-2009 печатн.	0,1
11	Москаленко А.Г., Матовых Н.В., Гаршина М.Н.	Методические указания к решению задач по электростатике и постоянному току	№ 171-2007, печатн.	0,1

12	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П.	Методические указания к решению задач по электромагнетизму	№ 170-2007, печатн.	0,1
13	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П..	Методические указания к решению задач по волновой оптике	№ 218-2008, печатн.	0,1
14	Москаленко А.Г., Татьянина Е.П., Гаршина М.Н..	Методические указания для самостоятельной работы и тестирования знаний по ядерной физике и элементарным частицам	№ 63-2013 Электр*	1
15	Москаленко А.Г., Тураева Т.Л., Татьянина Е.П.	Фонд оценочных средств по физике. Механика. Молекулярная физика и Термодинамика.	№ 45-2014 Электр*	1
16	Татьянина Е.П., Москаленко А.Г., Тураева Т.Л.	Контрольные задания для зачета по лабораторным работам «Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм»	№ 38-2015 Электр*	1
17	Москаленко А.Г., Гаршина М.Н., Татьянина Е.П.	Контрольные задания для зачета по лабораторным работам «Квантовая физика. Физика атомов и ядер. Физика полупроводников»	№ 48-2015 Электр*	1

*(МУ в электронном виде см. ЭБС ВГТУ)

7.1.4 Программное обеспечение

1	Автоматизированная обработка результатов измерений в лаборатории механики
2	Исследование колебаний пружинного маятника
3	Исследование колебаний физического маятника
4	Исследование электростатического поля точечных зарядов
5	Дифракция микрочастиц на щели
6	Прохождение микрочастиц сквозь потенциальный барьер

7.1.5 Мультимедийные видеофрагменты

1	Интерференция света. Дифракция света Дисперсия света
2	Диффузия
3	Рассеяние света. Давление света
4	Поляризация света при отражении и при рассеянии. Двойное лучепреломление
5	Вращение плоскости поляризации
6	Стоячие волны. Резонанс в трубе
7	Атом. Возбуждение атома. Спонтанное излучение атома. Вынужденное излучение
8	Опыты Резерфорда. Опыты Столетова
9	Танк с гироскопом
10	Элементарные частицы. Цепная реакция. Атомный взрыв
11	К.Э. Циолковский. Запуск корабля «Восток 1». МКС. «МИР»
12	Резонанс в механических системах

7.1.6 Презентации

1	Механические волны
2	Электромагнитные волны
3	Поляризация электромагнитного излучения
4	Интерференция
5	Элементы квантовой механики
6	Гироскоп и его применение
7	Специальная теория относительности
8	Механика упругих тел
9	Механика жидкостей и газов
10	Оценка погрешностей результатов измерений в физическом практикуме

7.1.5 Мультимедийные лекционные демонстрации

1	Относительность движения. Перемещение и скорость. Скорость и ускорение. Равноускорен-

	ное движение тела. Движение тела, брошенного под углом к горизонту
2	Импульс тела. Упругие и неупругие соударения. Соударения упругих шаров. Реактивное движение
3	Гармонические колебания. Колебания груза на пружине. Математический маятник. Превращения энергии при колебаниях. Вынужденные колебания
4	Продольные и поперечные волны. Нормальные моды струны
5	Кинетическая модель идеального газа. Диффузия газов. Распределение Максвелла
6	Изотермы реального газа. Испарение и конденсация.
7	Термодинамические циклы. Цикл Карно
8	Энтропия и фазовые переходы. Агрегатные состояния
9	Взаимодействие точечных зарядов. Электрическое поле точечных зарядов. Движение заряда в электрическом поле
10	Рамка с током в магнитном поле. Магнитное поле кругового витка с током. Магнитное поле прямого тока. Магнитное поле соленоида
11	Движение заряда в магнитном поле. Масс-спектрометр
12	Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Генератор переменного тока
13	Свободные колебания в *RLC*-контуре. Вынужденные колебания в *RLC*-контуре
14	Кольца Ньютона. Интерференционный опыт Юнга
15	Дифракция света. Зоны Френеля. Дифракционный предел разрешения. Дифракционная решетка
16	Поляризация света. Закон Малюса
17	Фотоэффект. Комптоновское рассеяние. Излучение абсолютно черного тела
18	Волновые свойства частиц. Дифракция электронов
19	Постулаты Бора. Квантование электронных орбит. Атом водорода
20	Ядерные превращения. Ядерный реактор. Синтез гелия. Энергия связи ядер

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1. Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. Учебная лаборатория “Механика и молекулярная физика”.
3. Учебная лаборатория “Электромагнетизм. Волновая оптика”.
4. Учебная лаборатория “Физика твердого тела. Атомная физика”.
5. Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.
6. Натурные лекционные демонстрации:
   1) Скамья Жуковского
   2) Маятник Максвелла
   3) Гироскоп
   4) Модель момента силы относительно точки и оси
   5) Электрофорная машина
   6) Набор опытов по интерференции света
   7) Набор опытов по дифракции света
   8) Набор опытов по поляризации света
   9) Модель поляризованного света
   10) Набор по флюоресценции
   11) Камера Вильсона.
   12) Прибор для демонстрации газовых законов

Карта обеспеченности студентов учебной литературой

по состоянию на 1.04. 2016 по дисциплинам: «Физика», «Спецглавы физики» и для всех технических специальностей

Рекомендуемая литература	Количество экз. в библ. на момент утверждения	Количество по годам издания		Ожидаемое число обучающихся[1]	Обеспеченность на одного студента[2]
		год	кол-во		
Основная литература					
Трофимова Т.И. Курс физики	606	2007	606	1200	0,6
Савельев И.В. Курс физики					
Т.1 (из 3 тт.)	– 100 комплектов	2007	102		
Т.2 (из 3 тт.)					
Т.3 (из 3 тт.)		2007	122		
Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по физике	250 заказано	2009 2014	250 заказано		
Иродов И.Е. Задачи по общей физике.	50	2009	50		
Дополнительная литература					
Епифанов Г.И. Физика твердого тела	50	2011	50	100	0,5
Груздев А.Д. и др. Учеб. пос. Ч.1 Механика. Молекулярная физика.	104	2007	104	1200	0,1
Груздев А.Д. и др. Учеб. пос. Ч.2 Электричество и магнетизм.	103	2008	103		
Москаленко А.Г. Физические основы механики. Учеб. пос.	124	2010	124	1200	0,1
Евсюков В.А. Практика решения задач по физике. Учеб. пос. Ч.1.1. Физические основы механики.	80	2008	80	1200	0,1
Евсюков, В.А. Электромагнетизм. Магнитостатика. Законы электромагнитных явлений. Учеб. пособие. Ч.2.	75	2008	75	1200	0,1
Евсюков, В.А. Практика решения задач по физике.Учеб. пос. Ч.2.1 : Электромагнетизм	40	2010	40	1200	0,1

[1] - Приблизительное число обучающихся одновременно по данным учебникам

[2] - Обеспеченность показана в расчете на то количество студентов, которое обучается по данным учебникам.

Рекомендуемая литература	Количество экз. в библ. на момент утверждения	Количество по годам издания		Ожидаемое число обучающихся[1]	Обеспеченность на одного студента[2]
		год	кол-во		
Евсюков В.А. Практика решения задач по физике. Учеб. пос. Ч.2.2 Электромагнетизм	40	2010	40	1200	0,1
Москаленко А.Г. и др. Общий курс физики. Квантовая физика. Основы квантовой статистики и физики твердого тела. Учеб. пособие.	124	2008	124	1200	0,1
Методическая литература					
Рекомендуемая литература	Количество экз. в библ. на момент утверждения	Количество по годам издания		Ожидаемое число обучающихся[1]	Обеспеченность на одного студента[2]
		год	кол-во		
Методические указания к лабораторному практикуму					
353-2010 по механике (силы инерции)	100	2010	100		
243-2010 по механике	290	2010	290	1200	0,1
249-2009 по механическим колебаниям, упругим волнам	139	2009	139		
429-2009 по молекулярной физике и т/д	291	2009	291		
57-2009 по постоянному току	108	2009	108		
397-2009 по э/м колебаниям и волнам	90	2009	90		
204-2010 по молекулярной физике	109	2010	109		
5-2010 по интерференции	91	2010	91		
210-2010 по квантовой физике	390	2010	390	1200	0,2
389-2010 контрольные задания по л.р. «Механика. Молекулярная физика и т/д	50	2010	50		
31-2014 по молекулярной физике и т/д	151	2014	151		
128-2014 по электромагнетизму	149	2014	149		
123-2014 по волновой оптике	150	2014	150		
43-2014 по атомной и ядерной физ.	151	2014	151		
Методические указания к решению задач					
477-2009 по механике	79	2009	79	1200	0,1
50-2009 по молекулярной физике	190	2009	190		
69-2009 по физике атомов, твердого тела	89	2009	89	1200	0,1

Электронные ресурсы			
Рекомендуемая литература	Год издания	Ожидаемое число обучающихся[1]	Обеспеченность на одного студента[2]
Учебные пособия			
Савельев И.В. Курс физики. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»			
Т.1 (из 5 тт.)	2011		
Т.2 (из 5 тт.)	2011		
Т.3 (из 5 тт.)	2011		
Т.4 (из 5 тт.)	2011		
Т.5 (из 5 тт.)	2011		
Гиоргадзе А. Л. и др. Краткий курс физики. Ч.1.	2007		
Гиоргадзе А. Л. и др. Краткий курс физики. Ч.2.	2007		
Гиоргадзе А. Л. и др. Краткий курс физики. Ч.3.	2007		
Общая физика. Ч.1. Механика.	2010	1200	1
Москаленко А. Г. и др. Краткий курс физики. Ч.1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика	2011		
Москаленко А. Г. и др. Краткий курс физики. Ч.2. Электромагнетизм. Колебания и воны. Оптика. Квантовая физика. Физика ядра	2011		
Антипов С.А. и др. Типовые задачи по разделам физики	2012		
Евсюков, В.А. и др. Практика решения задач по физике. Ч.4. Геометрическая и волновая оптика	2012		
Евсюков, В.А. и др. Практика решения задач по физике. Ч.6. Физика макросистем	2012		
Евсюков, В.А. и др. Практика решения задач по физике. Ч.5. Квантовая физика	2013		
Методические указания			
61-2011 по квантовой оптике	2011		
224-2011 к решению задач по теме: электромагнитная индукция и магнитное поле в веществе	2011		
235-2011 контрольные задания для зачета по темам: электричество, магнетизм, волновая оптика	2011		
240-2011 по интерференции света	2011		
3-2012 к решению задач по теме: постоянный электрический ток	2012		
187-2012 к реш. задач и выполнению к.р.№1 для ФЗО	2012		
188-2012 к реш. задач и выполнению к.р.№2 для ФЗО	2012		
188-2012 к реш. задач и выполнению к.р.№3 для ФЗО	2012		
352-2015 к контрольным работам №1 по физике для з/о	2015		
353-2015 к контрольным работам №2 по физике для з/о	2015	1200	1
38-2015 контрольные задания для зачета по л.р. «Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм»	2015		

48-2015 контрольные задания для зачета по л.р. «Квантовая физика. Физика атомов и ядер. Физика полупроводников»	2015		
49-2015 Итоговые тесты по физике	2015		
23-2016 для иностранных граждан – слушателей ПО по дисциплине «физика»	2016		
Рекомендуемая литература	Год издания	Ожидаемое число обучающихся[1]	Обеспеченность на одного студента[2]
11-2012 по квантовой физике, квантовой механике, физике атома	2012		
24-2012 к решению задач по теме магнитное поле линейных и пространственных проводников с током	2012		
34-2012 по электромагнитным колебаниям и волнам	2012		
181-2012 Тесты входного контроля по физике.	2012		
320-2012 Разноуровневые задачи «Постоянный ток. Электромагнетизм»	2012		
28-2013 к решению задач по теме: электростатика для МС и НГД	2013		
29-2013 к решению задач по теме: магнетизм	2013		
63-2013 для самостоятельной работы по ядерной физике и элементарным частицам	2013	1200	1
132-2013 тесты по электростатике и постоянному электрическому току	2013		
139-2013 к лабораторным работам по электричеству	2013		
278-2013 к практическим занятиям для специальностей РД и СД	2013		
14-2014 Теоретический минимум к лабораторному практикуму по физике твердого тела	2014		
29-2014 к практическим занятиям по темам: Кинематика. Динамика. Законы сохранения	2014		
34-2014 по основным законам механики в примерах	2014		
35-2014 по механическим колебаниям и упругим волнам	2014		
45-2014 ФОС по физике. Механика, молекулярная физика и термодинамика	2014		
296-2014 к решению задач по физике	2014		

[1] - Приблизительное число обучающихся одновременно по данным учебникам

[2] - Обеспеченность показана в расчете на то количество студентов, которое обучается по данным учебникам.

Зав. кафедрой физики _____ Тураева Т.Л.

Директор библиотеки _____ Буковшина Т.И.