МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П.Е. Троян
«16» 06 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Физика

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
Направление подготовки 09.03.02 – Информационные системы и технологии
Профиль Информационные системы и технологии
Форма обучения очная
Факультет Вычислительных систем (ФВС)
Кафедра Экономической математики, информатики и статистики (ЭМИС)
Курс(ы) 1, 2 **Семестр(ы)** 1, 2, 3
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Всего	Единицы
1	Лекции (Л)	20	20	20	60	часов
2	Лабораторные работы (ЛР)	16	16	16	48	часов
3	Практические занятия (ПЗ)	18	18	18	54	часов
4	Курсовой проект / работа (КРС) (аудитория)	–	–	–	–	часов
5	Всего аудиторных занятий	54	54	54	162	часов
6	Из них в интерактивной форме	–	–	–	–	часов
7	Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	54	162	часов
8	Всего (без экзамена)	108	108	108	324	часов
9	Самостоятельная работа на подготовку и сдачу экзамена	36	–	36	72	часов
10	Общая трудоёмкость	144	108	144	396	часов
	(в зачётных единицах)	4	3	4	11	ЗЕТ

Зачет 2 семестр
Экзамен 1, 3 семестр

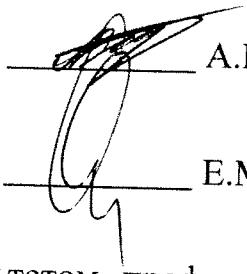
Томск 2016

Согласована на портале № 6158

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 113 от «20» 4 2016 г.

Рабочая программа составлена с учётом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 09.03.02 – «Информационные системы и технологии» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 219, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры физики 20 апреля 2016 г., протокол № 113.

Разработчик:

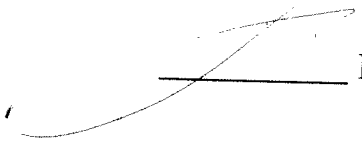
доцент кафедры физики  А.В. Тюньков

Зав. каф. физики, профессор Е.М. Окс

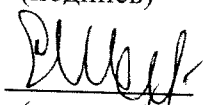
Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности

Декан ФВС, доцент  Е.В. Истигечева

Заведующий профилирующей кафедрой ЭМИС, профессор  И.Г. Боровской

Заведующий выпускающей кафедрой ЭМИС, профессор  И.Г. Боровской

Эксперты:

каф. физики (место работы)	доцент (занимаемая должность)	 (подпись)	А.В. Медовник (инициалы, фамилия)
каф. ЭМИС (место работы)	доцент (занимаемая должность)	 (подпись)	Е.А. Шельмина (инициалы, фамилия)

Согласована на портале № 6158

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Физика» изучается в первом, втором и третьем семестре и предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, получение различного рода консультаций.

Целью дисциплины «Физика» является формирование у студентов ТУСУР целостного представления о физических процессах и явлениях, протекающих в природе, понимания возможностей современных научных методов познания природы и владения ими на уровне, необходимом для решения практических задач, возникающих при выполнении профессиональных обязанностей.

Задачей изучения курса физики является освоение студентами и умение использовать:

- основных понятий, законов и моделей:
  - механики;
  - термодинамики;
  - электричества и магнетизма;
  - колебаний и волн;
  - оптик;
  - атомной физики;
- методов теоретического и экспериментального исследований в физике;
- методов оценок порядков физических величин.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Физика» относится к числу дисциплин математического и естественнонаучного цикла (базовая часть Б1.Б.10). Знания и навыки, полученные при её изучении, используются в последующих дисциплинах профессионального цикла («Безопасность жизнедеятельности», «Экология», «Электротехника, электроника и схемотехника», «Методы и средства проектирования ИС»).

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Физика» направлен на формирование следующих компетенций:

общепрофессиональные компетенции (ОПК):

1) способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ОПК-2**).

В результате изучения курса физики студенты должны:

Знать основные законы механики, молекулярной физики, природу колебаний и волн, основы молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, оптики, атомной физики.

Уметь применять основные законы физики при решении профессиональных задач, моделировании и проведении экспериментов, используя методы математического анализа.

Владеть навыками экспериментального и теоретического исследования.

Согласована на портале № 6158

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Таблица 4.1.

Виды учебной работы	Семестры			Всего часов
	1	2	3	
Аудиторные занятия (всего)	**54**	**54**	**54**	**162**
В том числе:				
Лекции (Л)	20	20	20	60
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	16	48
Практические занятия (ПЗ)	18	18	18	54
Курсовой проект / работа (КРС) (аудиторная нагрузка)	–	–	–	–
Другие виды аудиторной работы				
Самостоятельная работа (всего)	**54**	**54**	**54**	**162**
В том числе:				
Проработка лекционного материала	10	10	10	30
Подготовка к практическим занятиям	10	10	10	30
Выполнение индивидуальных творческих заданий	8	8	8	24
Подготовка к контрольным работам и коллоквиумам	8	8	8	24
Подготовка к лабораторным занятиям	18	18	18	54
Самостоятельное изучение тем теоретической части	–	–	–	–
Подготовка к экзамену	**36**	**–**	**36**	**72**
Вид промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	Экз	Зач	Экз	
Общая трудоёмкость час	**144**	**108**	**144**	**396**
Зачётные единицы трудоёмкости	**4**	**3**	**4**	**11**

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 5.1.

№	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего час.	**Формируемые компетенции**
Первый семестр							
1	Механика	10	9	8	28	**55**	ОПК-2
2	Молекулярная физика и термодинамика	10	9	8	26	**53**	
Второй семестр							
3	Электричество и магнетизм	10	10	8	28	**56**	ОПК-2
4	Колебания и волны	10	8	8	26	**52**	
Третий семестр							
5	Волновая оптика	10	10	8	26	**54**	ОПК-2
6	Квантовая оптика	5	4	4	14	**27**	
7	Атомная физика	5	4	4	14	**27**	
8	**Всего:**	**60**	**54**	**48**	**162**	**324**	
Итого:		324 часа					

Согласована на портале № 6158

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоёмкость (час.)	Формируемые компетенции
Первый семестр				
1	**Механика**	1.1. Физика как фундаментальная наука. 1.2. Кинематика. 1.3. Динамика материальной точки. 1.4. Законы сохранения. 1.5. Механика твердого тела.	**10**	ОПК-2
2	**Молекулярная физика и термодинамика**	2.1. Уравнения состояния идеального газа. 2.2. Изопроцессы. 2.3. Классические статистики. 2.4. Явления переноса. 2.5. Обратимые и необратимые процессы.	**10**	
Второй семестр				
3	**Электричество и магнетизм**	3.1. Электростатическое поле в вакууме. 3.2. Электростатическое поле в диэлектрике. 3.3. Проводник в электрическом поле. 3.4. Энергия электрического поля. 3.5. Постоянный электрический ток. 3.6. Магнитное поле в вакууме. 3.7. Магнитное поле в веществе. 3.8. Электромагнитная индукция. 3.9. Уравнения Максвелла.	**10**	ОПК-2
4	**Колебания и волны**	4.1. Колебания. 4.2. Волны.	**10**	
Третий семестр				
5	**Волновая оптика**	5.1. Интерференция света. 5.2. Дифракция света. 5.3. Поляризация света. 5.4. Свойства и особенности распространения световых волн в различных средах. Дисперсия света.	**10**	ОПК-2
6	**Квантовая оптика**	6.1. Тепловое излучение. 6.2. Фотоны.	**5**	
7	**Атомная физика**	7.1 Боровская теория атома. 7.2 Элементы квантовой механики. 7.3. Неравновесные макросистемы. Спонтанное и вынужденное излучения.	**5**	

Согласована на портале № 6158

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Для освоения разделов дисциплины «Физика» необходимы знания, полученные в школе и получаемые параллельно при изучении дисциплины «Математический анализ».

Разделы дисциплины «Физика» связаны с разделами *последующих* дисциплин «Профессионального цикла (базовой общепрофессиональной части)» рабочего учебного плана:

Таблица 5.3.

Разделы физики / Дисциплины	1	2	3	4	5	6	7
Безопасность жизнедеятельности	+	+	+	+	+	+	+
Экология	+	+	+	+	+	+	+
Электротехника, электроника и схемотехника			+	+	+		
Методы и средства проектирования ИС	+	+				+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Таблица 5.4.

Перечень компетенций	Виды занятий				Формы контроля
	Л	ПЗ	ЛР	СРС	
ОПК-2	+	+	+	+	Опрос. Тест. Контрольная работа (коллоквиум). Защита лабораторной работы (тест, устный опрос). Экзамен (зачет).

6. МЕТОДЫ И ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, в том числе интерактивные формы проведения занятий, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе.

Согласована на портале № 6158

7. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Таблица 7.1.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	ОПК
Первый семестр				ОПК-2
1	**1**	Знакомство с измерительными приборами. Методика обработки результатов измерений. Теория погрешностей измерений. • Кинематика равноускоренного вращения. • Динамика маятника Обербека.	8	
2	**2**	• Изучение распределения Максвелла. • Определение отношения теплоемкостей газа методом Клеймана-Дезорма.	8	
Второй семестр				
3	**3**	• Изучение электростатического поля. • Определение удельного заряда электрона методом магнетрона	8	
4	**4**	• Изучение затухающих электромагнитных колебаний. • Изучение вынужденных электромагнитных колебаний.	8	
Третий семестр				
5	**5**	• Изучение интерференции лазерного излучения. Опыт Юнга. • Изучение дифракции лазерного излучения от щели и нити.	8	
6	**6**	• Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна.	4	
7	**7**	• Изучение спектра атомов водорода. (Постоянная Ридберга).	4	

Согласована на портале № 6158

8. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (СЕМИНАРЫ)

Таблица 8.1.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час.)	ОПК
Первый семестр				
1	**1**	Кинематика поступательного и вращательного движения	2	ОПК-2
2		Законы динамики поступательного и вращательного движения	2	
3		Работа и энергия	2	
4		Законы сохранения импульса, момента импульса и энергии	3	
5	**2**	Изопроцессы, теплоёмкость многоатомных газов	2	
6		Распределения Максвелла и Больцмана	2	
7		Первое начало термодинамики. Циклы.	2	
8		Явления переноса	3	
Второй семестр				
9	**3**	Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Теорема Гаусса. Потенциал. Работа сил электростатического поля	2	ОПК-2
10		Вещество в электростатическом поле. Электроемкость. Конденсаторы. Законы Кирхгофа для цепей постоянного тока.	2	
11		Магнитное поле. Закон Био-Савара-Лапласа	2	
12		Сила Ампера. Сила Лоренца. Применение теоремы о циркуляции вектора магнитной индукции для расчёта полей	2	
13		Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля. Уравнения Максвелла	2	
14	**4**	Гармонические колебания. Сложение гармонических колебаний	2	
15		Затухающие электромагнитные колебания	2	
16		Вынужденные электромагнитные колебания	2	
17		Электромагнитные волны. Эффект Доплера	2	
Третий семестр				
18	**5**	Интерференция света	4	ОПК-2
19		Дифракция света	4	
20		Поляризация света	2	
21	**6**	Тепловое излучение. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона	2	
22		Фотоны. Импульс фотона. Давление света. Тормозное рентгеновское излучение	2	
23	**7**	Теория атома Резерфорда-Бора. Спектры атомов. Формула Бальмера	2	
24		Характеристическое рентгеновское излучение. Рентгеновские спектры. Спонтанное и вынужденное излучения. Коэффициенты Эйнштейна	2	

Согласована на портале № 6158

9. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 9.1.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудоемкость (час.)	ОПК	Контроль выполнения работы
1	**1–7**	Проработка лекционного материала	30	ОПК-2	Опрос. Тесты. Контрольные работы (коллоквиумы).
2	**1–7**	Подготовка к практическим занятиям	30		Тесты, домашние задания
3	**1-7**	Выполнение индивидуальных творческих заданий	24		Проверка ДЗ
4	**1-7**	Подготовка к контрольным работам и коллоквиумам	24		Проверка работ
5	**1–7**	Подготовка отчётов по лабораторным работам	54		Опрос. Тест. Защита отчётов
6	**1–7**	Подготовка и сдача экзамена	72		Опрос. Экзамен.
Итого:			**234 часа**		

ПЕРВЫЙ СЕМЕСТР

Темы индивидуальных творческих заданий: 1. Кинематика материальной точки; 2. Динамика поступательного движения; 3. Динамика вращательного движения; 4. Законы сохранения в механике (без вращательного движения); 5. Классические статистики; 6. Термодинамика; 7. Потенциал и работа.

Темы 1 и 2 контрольных работ: 1. «Кинематика материальной точки»; 2. «Динамика поступательного движения»; 3. «Динамика вращательного движения»; 4. «Потенциал и работа»; 5. «Работа и энергия. Законы сохранения»; 6. «Классические статистики»; 7. «Термодинамика».

Темы 1-го и 2-го коллоквиума: 1. «Механика»; 2. «Молекулярная физика и термодинамика».

ВТОРОЙ СЕМЕСТР

Темы индивидуальных творческих заданий: 1. Закон Кулона; 2. Электростатика; 3. Металлы и диэлектрики в электрическом поле; 4. Магнитостатика; 5. Движение зарядов и токов в магнитном поле; 6. Электромагнитная индукция; 7. Колебания и волны.

Темы 1 и 2 контрольных работ: 1. «Закон Кулона»; 2. «Металлы и диэлектрики в электрическом поле»; 3. «Магнитостатика»; 4. «Движение зарядов и токов в магнитном поле»; 5. «Электромагнитная индукция»; 6. «Колебания и волны»; 7. «Волны».

Темы 1-го и 2-го коллоквиумов: 1. «Электростатика»; 2. «Электромагнетизм»; 3. «Колебания и волны».

ТРЕТИЙ СЕМЕСТР

Темы индивидуальных творческих заданий: 1. Интерференция; 2. Дифракция; 3. Тепловое излучение; 4. Внешний фотоэффект. Эффект Комптона; 5. Квантовая механика; 6. Атомные спектры.

Темы 1 и 2 контрольных работ: 1. «Интерференция»; 2. «Дифракция света»; 3. «Волновая оптика»; 4. «Тепловое излучение»; 5. «Внешний фотоэффект. Эффект Комптона»; 6. «Квантовая механика»; 7. «Атомные спектры».

Темы 1-го и 2-го коллоквиумов: 1. «Волновая оптика»; 2. «Тепловое излучение и атомные спектры»; 3. «Квантовая физика».

Согласована на портале № 6158

10. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

Не предусмотрено учебным планом

11. БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА

Осуществляется в соответствии с **Положением о порядке использования рейтинговой системы для оценки успеваемости студентов** (приказ ректора 25.02.2010 № 1902) и основана на балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости, действующей с 2009 г., которая включает текущий контроль выполнения элементов объёма дисциплины по элементам контроля с подведением текущего рейтинга.

Во **втором** семестре по дисциплине «Физика» предусмотрен зачёт. По окончании семестра студент, набравший менее 50 баллов, считается неуспевающим, не получившим зачёт. **Студент, выполнивший все запланированные лабораторные работы** и набравший сумму 50 и более баллов, получает зачёт «автоматом».

По дисциплине «Физика» проведение экзамена в **первом** и **третьем** семестре является обязательным. При этом балльная оценка в соотношении 70/30 распределяется на две составляющие: семестровую и экзаменационную. Т.е. 70 баллов можно получить за текущую работу в семестре, а 30 баллов – за ответы на экзамене.

Для стимулирования планомерности работы студента в семестре введён компонент своевременности, который применяется (суммируется) только для студентов, без опозданий отчитывающихся по промежуточным элементам контроля (тесты, практические работы, коллоквиумы).

На протяжении всего семестра текущая успеваемость оценивается только в баллах нарастающим итогом, в том числе и результаты контрольных точек.

Текущий контроль изучения дисциплины в каждом семестре состоит из следующих видов:

– контроль за усвоением теоретического материала – проведение 4 письменных контрольных работ и коллоквиумов;

– контроль за правильным выполнением практических работ – проведение на практических занятиях 5 – 7 тестов;

– контроль за выполнением лабораторных работ.

По результатам текущего контроля формируется допуск студента к итоговому контролю – экзамену по дисциплине. Экзамен осуществляется в виде опроса по теоретической части дисциплины.

В составе суммы баллов, полученной студентом по дисциплине, заканчивающейся экзаменом, экзаменационная составляющая должна быть не менее 10 баллов. В противном случае экзамен считается не сданным, студент в установленном в ТУСУР порядке обязан его пересдать. При неудовлетворительной сдаче экзамена (меньше 10 баллов) или неявке студента на экзамен экзаменационная составляющая приравнивается к нулю (0).

Экзаменационный билет содержит три вопроса. Максимальная оценка за каждый вопрос составляет 10 баллов. Максимальная экзаменационная оценка составляет 30 баллов.

В таблицах 11.1. и 11.2. содержатся примеры распределения баллов для дисциплины «Физика» в течении второго семестра, завершающегося зачётом, и для первого и третьего семестров, завершающихся экзаменом.

Согласована на портале № 6158

Таблица 11.1. Распределение баллов во втором семестре изучения физики

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл с начала семестра до даты 1 КТ	Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ	Максимальный балл за период между 2 КТ и концом семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	4	4	4	**12**
Индивидуальные творческие задания	9	9	6	**24**
Контрольные работы на практических занятиях	15		15	**30**
Коллоквиумы		15	10	**25**
Компонент своевременности	3	3	3	**9**
Итого максимум за период:	**31**	**31**	**38**	**100**
Сдача экзамена				–
Нарастающим итогом	**31**	**62**	**100**	**100**

Таблица 11.2. Распределение баллов в первом и третьем семестрах изучения физики

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл с начала семестра до даты 1 КТ	Максимальный балл за период между 1 КТ и 2 КТ	Максимальный балл за период между 2 КТ и концом семестра	Всего за семестр
Посещение занятий	1	1	1	**3**
Индивидуальные творческие задания	5	5	5	**15**
Контрольные работы на практических занятиях	6		6	**12**
Выполнение лабораторных работ и защита отчетов	9	9	7	**25**
Коллоквиумы		6	6	**12**
Компонент своевременности	1	1	1	**3**
Итого максимум за период:	**22**	**22**	**26**	**70**
Сдача экзамена				**30**
Нарастающим итогом	**22**	**44**	**70**	**100**

Таблица 11.3. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
Не менее 90% от максимальной суммы на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы на дату КТ	3
Менее 60% от максимальной суммы на дату КТ	2

Преобразование суммы баллов в традиционную оценку и в международную буквенную оценку (таблица 11.4) происходит один раз в конце семестра только после подведения итогов изучения дисциплины «Физика», т.е. после успешной сдачи экзамена:

Согласована на портале № 6158

Таблица 11.4. Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	90–100	A (отлично)
4 (хорошо)	85–89	B (очень хорошо)
	75–84	C (хорошо)
	70–74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	65–69	
	60–64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 6158

12. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

12.1. Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для втузов: В 3 т. – 7-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2007.

Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 432 с. (В библиотеке – 155 экз.).

Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 496 с. (В библиотеке – 148 экз.).

Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 317 с. (В библиотеке – 151 экз.).

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов в 5 т. – М.: Физматлит, 2005-2006.

Т. 1: Механика. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 560 с. (В библиотеке – 101 экз.).

Т. 2: Термодинамика и молекулярная физика. – 5-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2006. – 543 с. (В библиотеке – 100 экз.).

Т. 3: Электричество. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 654 с. (В библиотеке – 100 экз.).

Т. 4: Оптика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2005. – 791 с. (В библиотеке – 101 экз.).

Т. 5: Атомная и ядерная физика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 782 с. (В библиотеке – 100 экз.).

3. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2007.

Т. 1: Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=505.

Т. 2: Электричество и магнетизм. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=151 с компьютеров ТУСУР.

Т. 3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. – 6-е изд. – 512 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=508.

12.2. Дополнительная литература:

1. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] – 5-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 292 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71766 с компьютеров ТУСУР.

2. Иродов И.Е. Механика. Основные законы. – 8-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 309 с. (В библиотеке – 99 экз.).

3. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. – 3-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 207 с. (В библиотеке – 50 экз.).

4. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 319 с. (В библиотеке – 101 экз.).

5. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: учебное пособие. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 263 с. (В библиотеке – 100 экз.).

6. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 256 с. (В библиотеке – 100 экз.).

7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие для вузов. – 7-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 431 с. (В библиотеке – 496 экз.).

8. Чертов А.Г., Воробьёв А.А. Задачник по физике: Учебное пособие для втузов. – 8-е изд., перераб. и доп.– М.: Физматлит, 2007. – 640 с. (В библиотеке – 99 экз.).

Согласована на портале № 6158

9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие для втузов. – 12-е изд., испр. – М.: Наука, 1990. – 396 с. (В библиотеке – 148 экз.).

10. Козырев А. В. Курс лекций по физике: Учебник. – Томск: ТУСУР, 2007. – 421 с. (В библиотеке – 697 экз.).

11. Калашников Н.П., Кожевников Н.М. Физика. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] – 1-е изд. – СПб.: Лань, 2009. – 160 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=172 с компьютеров ТУСУР.

12. Лозовский В.Н. Курс физики. В 2-х тт. [Электронный ресурс] – 6-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2009.

Т. 1: Физические основы механики. Электричество и магнетизм. Физика колебаний и волн. – 576 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=236.

Т. 2: Квантовая физика. Статистическая физика и термодинамика. Современная физическая картина мира. – 608 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=239 с компьютеров ТУСУР.

13. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2016.

Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 5-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 356 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71762.

Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 12-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 500 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71761.

Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 4-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 308 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71763.

14. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2009.

Т. 1: Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 13-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 480 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=416 с компьютеров ТУСУР.

Т. 2: Электрические и электромагнетические явления. – 12-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 528 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=418 с компьютеров ТУСУР.

Т. 3: Оптика. Атомная физика. – 10-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 656 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=419.

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Учебно-методические пособия для практических занятий и самостоятельной работы [Электронный ресурс]:

2.1. Чужков Ю.П. Работа и энергия. Законы сохранения в механике: сборник задач для практических занятий. – Томск: ТУСУР, 2010. – 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1100.

2.2. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Троян Л.А. Молекулярная физика: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2009. 30 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1234.

2.3. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Орловская Л.В. Термодинамика. Часть 1: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических заня-

Согласована на портале № 6158

тий. – 2009. 43 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1235.

2.4. Галеева А.И., Лячин А.В., Магазинников А.Л. Термодинамика. Часть 2: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2010. 22 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1236.

2.5. Бурачевский Ю.А. Волновая оптика: Методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – 2009. 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1233.

2.6. Чужков Ю.П. Элементы атомной физики и квантовой механики: Учебно-методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – Томск: ТУСУР, 2011. – 68 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1104.

2. Учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ [Электронный ресурс]:

3.1. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Динамика маятника Обербека: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 13 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/918.

3.2. Галеева А.И., Иванова Е. В. Изучение электростатического поля: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/926.

3.3. Иванова Е. В. Изучение магнитного поля кругового тока: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 12 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/863.

3.4. Бурачевский Ю.А. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 14 с. Режим доступа для студентов, сотрудников ТУСУР: http://edu.tusur.ru/training/publications/864

3.5. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Изучение затухающих электромагнитных колебаний: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 14 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/862.

3.6. Орловская Л.В. Изучение интерференции лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе. – 2010. 9 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/911.

3.7. Федоров М. В., Бурдовицин В. А. Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна: Методические указания к лабораторной работе. – 2009. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/851.

3.8. Захаров Н.А., Кириллов А.М. Исследование спектра атома водорода: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 18 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/917.

3. Компьютерные программы моделирования некоторых физических явлений в лабораторном практикуме.

12.4. Фонд оценочных средств (ФОС)

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1 к данной программе.

Согласована на портале № 6158

13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения чтения курса лекций используется специальная лекционная аудитория кафедры физики (230 ауд. ФЭТ), оснащённая мультимедийным проектором, компьютером и экранами. Для обеспечения лабораторных работ по физике используются 6 специализированных (под различные разделы курса) лаборатории кафедры физики, оснащённые соответствующими лабораторными установками, макетами, стендами и компьютерным оборудованием.

14. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Объём часов, предусмотренных учебным планом для изучения курса физики, не позволяет раскрыть в лекциях подробно и глубоко материал. Поэтому при реализации программы студенты должны достаточно много работать самостоятельно как при повторении лекционного материала, так и подготовке к практическим, лабораторным и контрольным занятиям. Для обеспечения эффективного усвоения студентами материалов дисциплины необходимо на первом занятии обеспечить их списком вопросов, подлежащих изучению, списком основной и дополнительной литературы для самостоятельной работы.

Для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется тестовый контроль знаний.

На лекциях необходимо обращать внимание на особенности применения рассматриваемого материала в последующих курсах, а также в будущей профессиональной деятельности.

Согласована на портале № 6158

Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**

«___» _____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

ФИЗИКА

(полное наименование учебной дисциплины или практики)

Уровень основной образовательной программы бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Направление(я) подготовки (специальность)

09.03.02 Информационные системы и технологии
(полное наименование направления подготовки (специальности))

Профиль(и) Информационные системы и технологии
(полное наименование профиля направления подготовки (специальности))

Форма обучения Очная
(очная, очно-заочная (вечерняя), заочная)

Факультет ФВС (Вычислительных систем)
(сокращенное и полное наименование факультета)

Кафедра ЭМИС (Экономической математики, информатики и статистики)
(сокращенное и полное наименование кафедры)

Курс 1, 2 **Семестр 1, 2, 3**

Учебный план набора 2014 года

Зачет 2 семестр **Диф. зачет_____ семестр**

Экзамен 1, 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 6158

1 Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-2	Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	**Должен знать** основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, природу колебаний и волн, электричества и магнетизма, оптики, атомной физики. **Должен уметь** применять основные законы физики при решении профессиональных задач, моделировании и проведении экспериментов, используя методы математического анализа. **Должен владеть** навыками экспериментального и теоретического исследования в физике.

Согласована на портале № 6158

2 Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 2– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Способность знать основные законы механики, молекулярной физики и термодинамики, природу колебаний и волн, электричества и магнетизма, оптики, атомной физики.	Применять основные законы физики при решении профессиональных задач, моделировании и проведении экспериментов, используя методы математического анализа.	Навыками экспериментального и теоретического исследования в физике.
Виды занятий	• Лекции; • Практические занятия; • Самостоятельная работа студентов.	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа студентов.	• Лабораторные работы.
Используемые средства оценивания	• Тест; • Коллоквиум; • Экзамен (зачет).	• Контрольная работа; • Индивидуальное задание; • Тест.	• Тест; • Устный опрос.

Согласована на портале № 6158

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем.	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы.
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области.	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования.	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями.	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач.	Работает при прямом наблюдении.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 6158

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Анализирует связи между различными физическими законами; • Представляет способы и результаты использования различных физических моделей; • Математически обосновывает выбор метода и план решения задачи.	• Свободно применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; • Умеет математически выражать, и доказывать положения предметной области знания; • Моделирует различные физические процессы.	• Способен руководить междисциплинарной командой; • Свободно владеет разными способами представления физической информации в графической и математической форме.
Хорошо (базовый уровень)	• Понимает связи между различными физическими понятиями; • Имеет представление о физических моделях; • Аргументирует выбор метода решения задачи; составляет план решения задачи; • Графически иллюстрирует задачу.	• Самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; • Применяет методы решения задач в незнакомых ситуациях; • Умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать положения предметной области знания.	• Критически осмысливает полученные знания; • Компетентен в различных ситуациях (работа в междисциплинарной команде); • Владеет разными способами представления физической информации.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Дает определения основных законов; • Воспроизводит основные физические факты, идеи; • Распознает физические объекты; • Знает основные методы решения типовых задач.	• Умеет работать со справочной литературой; • Использует приборы, указанные в описании лабораторной работы; • Умеет представлять результаты своей работы.	• Владеет терминологией предметной области знания; • Способен корректно представить знания в математической форме.

Согласована на портале № 6158

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в составе:

3.1. Тест:

3.1.1. Темы тестовых заданий для практических занятий:

1) Кинематика поступательного движения;
2) Кинематика вращательного движения;
3) Динамика поступательного движения;
4) Динамика вращательного движения;
5) Молекулярная физика. Классические статистики;
6) Термодинамика;
7) Закон Кулона. Напряженность;
8) Потенциал;
9) Металлы и диэлектрики в электростатическом поле;
10) Магнитостатика;
11) Движение зарядов и токов, работа в магнитном поле;
12) Явление электромагнитной индукции. Энергия поля;
13) Гармонические колебания;
14) Свободные и вынужденные колебания;
15) Волны. Эффект Доплера;
16) Интерференция света;
17) Дифракция;
18) Поляризация;
19) Тепловое излучение;
20) Внешний фотоэффект;
21) Внешний фотоэффект. Эффект Комптона;
22) Фотоны. Давление света;
23) Спектры;
24) Волновые свойства микрочастиц;
25) Элементы квантовой механики.

Пример тестового задания для практического занятия:

Динамика поступательного движения
Вариант 1

1. Сила – это…
Выберите правильное окончание наиболее общего определения силы.

1)…физическая величина, численно равная произведению массы тела на его ускорение.
2)…общая количественная мера воздействия одного тела на другое.
3)…физическая величина, определяющая скорость движения тела.
4)…физическая величина, численно равная быстроте изменения импульса тела.

Согласована на портале № 6158

2. Какая из приведенных ниже формул определяет третий закон Ньютона?

а) $\mathbf{m\vec{V} = \vec{p}}$; б) $\vec{\mathbf{F}} = \frac{\mathbf{d\vec{p}}}{\mathbf{dt}}$; в) $\vec{\mathbf{a}} = \frac{\vec{\mathbf{F}}}{\mathbf{m}}$; г) $\vec{\mathbf{F}}_{12} = -\vec{\mathbf{F}}_{21}$.

Ответы: 1) а, г; 2) б, в; 3) а; 4) б; 5) в; 6) г.

3. Материальная точка M движется по окружности со скоростью $\vec{V}$. На рис. 1 показан график зависимости V_τ от времени ($\vec{\tau}$ – единичный вектор положительного направления, V_τ – проекция $\vec{V}$ на это направление). На рис.2 укажите направление силы, действующей на т.M в момент времени t_1.

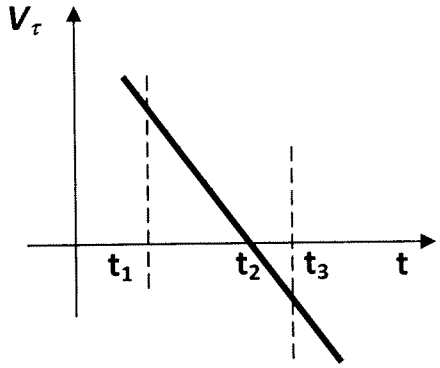


Рис. 1

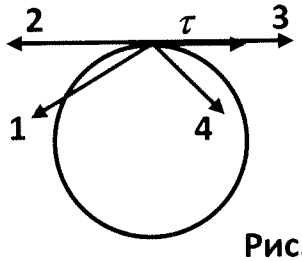


Рис. 2

4. В каком случае материальная точка движется равномерно по окружности?

Ответы:
1) Если направление силы, приложенной к точке, совпадает с направлением скорости.
2) Если сила, приложенная к точке, направлена противоположно направлению скорости.
3) Если сила перпендикулярна скорости и непрерывно меняется по модулю.
4) Если сила, приложенная к точке, перпендикулярна скорости и постоянна по модулю.

5. Тело массой 2 кг, двигаясь горизонтально со скоростью 20 м/с, попало в вязкую среду, где его скорость уменьшилась равномерно за 3 с до 5 м/с. Определить в СИ модуль силы сопротивления среды.

3.1.2. Темы тестовых заданий для лабораторных занятий:

1) Кинематика равноускоренного вращения;
2) Динамика маятника Обербека;
3) Изучение распределения Максвелла;
4) Определение отношения теплоемкостей газа методом Клемана-Дезорма;
5) Изучение электростатического поля;
6) Определение удельного заряда электрона методом магнетрона;
7) Изучение затухающих электромагнитных колебаний;
8) Изучение интерференции лазерного излучения. Опыт Юнга;
9) Изучение дифракции лазерного излучения от щели и нити;
10) Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна;
11) Изучение спектра атома водорода. (Постоянная Ридберга).

Согласована на портале № 6158

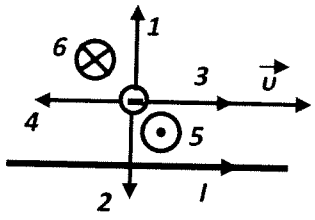
Пример тестового задания для лабораторного занятия:

Определение удельного заряда электрона методом магнетрона
Вариант 2

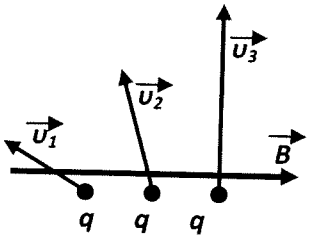
1. По какой траектории движется в общем случае заряженная частица в однородном магнитном поле?

Ответы: 1) по прямой; 2) по параболе; 3) по гиперболе; 4) по спирали; 5) по окружности.

2. Параллельно прямому проводнику на некотором расстоянии от него, движется со скоростью υ электрон. Указать на рисунке направление силы Лоренца, действующей на электрон, если по проводнику пустить ток I.



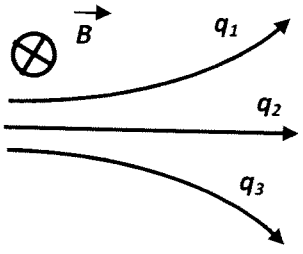
3. Три частицы с одинаковыми массами и зарядами влетают в однородное магнитное поле с разными скоростями, как показано на рисунке. Причём $\upsilon_1 < \upsilon_2 < \upsilon_3$. Как соотносятся между собой их периоды вращения T?



Ответы: 1) $T_1 < T_2 < T_3$; 2) $T_1 > T_2 > T_3$; 3) $T_1 = T_2 = T_3$;

4) Для ответа данных недостаточно.

4. Микрочастицы влетают в однородное магнитное поле с постоянной скоростью, как показано на рисунке. Какой заряд имеют частицы?



а) $q_1 = +q$; б) $q_2 = +q$; в) $q_3 = +q$;

г) $q_1 = -q$; д) $q_2 = -q$; е) $q_3 = -q$;

ж) $q_1 = 0$; з) $q_2 = 0$; и) $q_3 = 0$.

Ответы: 1) а, б, в; 2) г, д, е; 3) ж, з, и; 4) а, е, з; 5) в, г, з; 6) б, ж, и.

5. Какое из приведенных ниже выражений представляет собой силу, действующую на положительно заряженную частицу, движущуюся одновременно в электрическом и магнитном полях?

Согласована на портале № 6158

1) $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{B}, \vec{\upsilon}]$; 2) $\vec{F} = q\vec{E} + q[\vec{\upsilon}, \vec{B}]$; 3) $\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{B}, \vec{\upsilon})$;
4) $\vec{F} = q\vec{E} + q(\vec{\upsilon}, \vec{B})$.

3.2. Темы контрольных работ:

1) Кинематика материальной точки;
2) Динамика поступательного движения;
3) Динамика вращательного движения;
4) Потенциал и работа;
5) Работа и энергия. Законы сохранения;
6) Классические статистики;
7) Термодинамика;
8) Закон Кулона;
9) Металлы и диэлектрики в электрическом поле;
10) Магнитостатика;
11) Движение зарядов и токов в магнитном поле;
12) Электромагнитная индукция;
13) Колебания и волны;
14) Волны;
15) Интерференция;
16) Дифракция света;
17) Волновая оптика;
18) Тепловое излучение;
19) Внешний фотоэффект. Эффект Комптона;
20) Квантовая механика;
21) Атомные спектры.

Пример контрольной работы:

Тепловое излучение

Билет 24

1. Температура абсолютно чёрного тела изменилась при нагревании от 1942°С до 1803°С. Во сколько раз увеличилась при этом максимальная лучеиспускательная способность?
2. Имеется два абсолютно чёрных источника теплового излучения. Температура одного из них равна 850 К. Найдите температуру другого источника, если длина волны, отвечающая максимуму его испускательной способности, на 64 нм больше длины волны, соответствующей максимуму испускательной способности первого источника.
3. При какой температуре интегральная светимость поверхности серого тела с коэффициентом поглощения 0,484 равна энергетической светимости абсолютно чёрного тела, имеющего температуру 1868°С? Ответ дать в градусах Цельсия.

3.3. Темы коллоквиумов:

1)Механика;
2)Молекулярная физика и термодинамика;
3)Электростатика;

Согласована на портале № 6158

4) Электромагнетизм;
5) Колебания и волны;
6) Волновая оптика;
7) Тепловое излучение и атомные спектры;
8) Квантовая физика.

3.4. Список индивидуальных творческих заданий:

1) Кинематика материальной точки;
2) Динамика поступательного движения;
3) Динамика вращательного движения;
4) Законы сохранения в механике (без вращательного движения);
5) Классические статистики;
6) Термодинамика;
7) Потенциал и работа;
8) Закон Кулона;
9) Электростатика;
10) Металлы и диэлектрики в электрическом поле;
11) Магнитостатика;
12) Движение зарядов и токов в магнитном поле;
13) Электромагнитная индукция;
14) Колебания и волны;
15) Интерференция;
16) Дифракция;
17) Тепловое излучение;
18) Внешний фотоэффект. Эффект Комптона;
19) Квантовая механика;
20) Атомные спектры.

Пример индивидуального творческого задания:

Потенциал и работа электрического поля
Билет 5

1. Электрон, двигаясь из состояния покоя в электрическом поле, достиг скорости $1{,}5 \cdot 10^4$ км/с. Какую разность потенциалов прошёл электрон?
2. Металлический шар радиусом 61 мм и с потенциалом 469 В окружают незаряженной сферической оболочкой радиусом 452 мм. Каким будет потенциал шара после того, как он будет соединён с оболочкой?
3. Два точечных электрических заряда 56 нКл и 10 нКл находятся в воздухе на расстоянии 42 см друг от друга. Определить потенциал поля, создаваемого этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии 60 см от первого заряда и 61 см от второго.
4. Радиусы двух проводящих концентрических сфер 44 см и 232 см. На каждой равномерно распределён заряд 277 нКл. Найти разность потенциалов между сферами.
5. Бесконечно длинный прямой проводящий цилиндр радиусом 1521 мкм равномерно заряжен с линейной плотностью заряда 8 нКл/м. Определить разность потенциалов двух точек этого поля, находящихся на расстоянии 44 мм и 261 мм от поверхности цилиндра.

Согласована на портале № 6158

6. Определить потенциал на расстоянии 31 мм от оси однородного бесконечно длинного диэлектрического стержня (ε = 15) радиусом 15 мм, если стержень заряжен с объёмной плотностью 20 мкКл/м^2. Потенциал на оси стержня принять равным нулю.

7. Потенциал электрического поля имеет вид: $\varphi = 10\left(x^2 + y^2\right) + 20z^2$ (В). Найти модуль напряжённости поля в точке с координатами: x =544 см, y = 261 см, z = 374 см.

3.5. Список лабораторных работ:

1) Кинематика равноускоренного вращения;
2) Динамика маятника Обербека;
3) Изучение распределения Максвелла;
4) Определение отношения теплоемкостей газа методом Клемана-Дезорма;
5) Изучение электростатического поля;
6) Определение удельного заряда электрона методом магнетрона;
7) Изучение затухающих электромагнитных колебаний;
8) Изучение вынужденных электромагнитных колебаний;
9) Изучение интерференции лазерного излучения. Опыт Юнга;
10) Изучение дифракции лазерного излучения от щели и нити;
11) Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна;
12) Изучение спектра атома водорода. (Пост. Ридберга).

3.6. Темы для самостоятельной работы:

1) Кинематика;
2) Динамика поступательного движения;
3) Динамика вращательного движения;
4) Молекулярная физика;
5) Классические статистики;
6) Термодинамика;
7) Электростатика;
8) Постоянный ток;
9) Магнитное поле в вакууме;
10) Магнитное поле в веществе;
11) Уравнения Максвелла;
12) Колебания;
13) Волны;
14) Волновая оптика;
15) Квантовая оптика;
15) Атомная физика.

Согласована на портале № 6158

3.7. Список экзаменационных вопросов (1, 3 семестр) и вопросов на зачет (2 семестр):

1 Семестр.

1. Кинематика. Нормальное и тангенциальное ускорение.
2. Кинематика вращательного движения. Связь между угловыми и линейными ускорениями.
3. Динамика. Законы Ньютона.
4. Движение системы материальных точек.
5. Основное уравнение динамики поступательного движения произвольной системы тел.
6. Силы в механике.
7. Кинетическая энергия.
8. Работа и мощность.
9. Консервативные силы.
10. Потенциальная энергия.
11. Связь между потенциальной энергией и силой.
12. Основное уравнение динамики вращательного движения относительно неподвижной точки.
13. Уравнение динамики вращательного движения относительно неподвижной оси.
14. Момент инерции.
15. Кинетическая энергия вращающегося тела.
16. Работа внешних сил при вращении твёрдого тела.
17. Закон сохранения механической энергии.
18. Удар абсолютно упругих и неупругих тел с точки зрения законов сохранения.
19. Закон сохранения момента импульса.
20. Уравнение состояния идеального газа (Уравнение Менделеева-Клапейрона).
21. Давление. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
22. Температура.
23. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Первое начало термодинамики.
24. Скорости газовых молекул. Опыт Штерна.
25. Распределение молекул газа по скоростям. Функция распределения Максвелла.
26. Наиболее вероятная, средняя квадратичная и средняя арифметическая скорости молекул газа.
27. Распределение Максвелла по значениям кинетической энергии.
28. Формула Максвелла для относительных скоростей.
29. Барометрическая формула.
30. Распределение Больцмана.
31. Теплоёмкость газа. Формула Майера.
32. Изохорический процесс.
33. Изобарический процесс.
34. Изотермический процесс.
35. Адиабатический процесс.
36. Политропические процессы.
37. Обратимый цикл Карно.
38. Необратимый цикл Карно.
39. Энтропия.
40. Изменение энтропии при обратимых и необратимых процессах.
41. Второе начало термодинамики.

Согласована на портале № 6158

42. Свободная и связанная энергия. Физический смысл энтропии.
43. Статистический смысл энтропии.
44. Третье начало термодинамики.

2 Семестр.

1. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие электрических зарядов в вакууме. Закон Кулона.
2. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Силовые линии. Принцип суперпозиции электрических полей.
3. Поле диполя.
4. Теорема Остроградского-Гаусса для вектора напряжённости электрического поля.
5. Поле бесконечной однородно заряженной плоскости. Поле двух равномерно заряженных плоскостей.
6. Поле бесконечного заряженного цилиндра. Поле сферической проводящей поверхности. Поле объёмно-заряженного шара.
7. Потенциал. Работа сил электростатического поля. Энергия взаимодействия системы зарядов. Связь между напряжённостью электростатического поля и потенциалом.
8. Разность потенциалов между точками поля, образованного бесконечной заряженной плоскостью. Разность потенциалов между точками поля, образованного двумя бесконечными заряженными плоскостями.
9. Разность потенциалов между точками поля, образованного бесконечным заряженным длинным цилиндром. Разность потенциалов между точками поля, образованного заряженной пустотелой сферой. Разность потенциалов между точками поля внутри объёмно-заряженного шара.
10. Циркуляция вектора напряжённости электростатического поля.
11. Поляризация диэлектриков. Вектор электрического смещения (электрическая индукция).
12. Поток вектора электрического смещения.
13. Изменение векторов **E** и **D** на границе раздела двух диэлектриков.
14. Распределение электрических зарядов на проводнике. Напряжённость поля вблизи поверхности заряженного проводника. Свойство замкнутой проводящей оболочки.
15. Электроёмкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля.
16. Постоянный электрический ток. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
17. Электродвижущая сила. Обобщённый закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвлённые цепи. Правила Кирхгофа. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
18. Статическое магнитное поле в вакууме. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа.
19. Магнитное поле прямого тока. Магнитное поле кругового тока. Магнитное поле движущегося заряда.
20. Закон Ампера. Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Контур с током в магнитном поле.
21. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле.
22. Эффект Холла.
23. Циркуляция вектора магнитной индукции. Магнитное поле соленоида. Магнитное поле тороида.

Согласована на портале № 6158

24. Работа по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле.
25. Магнитное поле в веществе. Намагниченность и напряжённость магнитного поля.
26. Магнитные моменты электронов и атомов. Диамагнетизм. Парамагнетизм.
27. Магнитомеханический эффект. Природа спонтанной намагниченности ферромагнетиков.
28. Преломление векторов **E** и **H** на границе раздела двух однородных магнетиков.
29. Явление электромагнитной индукции. Электродвижущая сила (э.д.с.) индукции. Природа явления электромагнитной индукции.
30. Явление самоиндукции. Взаимная индукция. Энергия магнитного поля.
31. Вихревое электрическое поле. Ток смещения.
32. Уравнения Максвелла. Скорость распространения электромагнитного поля.
33. Гармонические колебания и их характеристики. Основное уравнение динамики гармонических колебаний. Гармонический осциллятор.
34. Математический маятник. Физический маятник. Пружинный маятник.
35. Представление колебаний посредством векторных диаграмм (метод векторных диаграмм). Сложение гармонических колебаний направленных вдоль одной прямой. Биения.
36. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.
37. Свободные затухающие механические колебания. Характеристики затухающих колебаний.
38. Вынужденные механические колебания.
39. Электрические колебания. Квазистационарные токи.
40. Свободные электромагнитные колебания в контуре без активного сопротивления.
41. Свободные затухающие электрические колебания в контуре.
42. Вынужденные электрические колебания.
43. Распространение волн в упругой среде.
44. Уравнения плоской и сферической волн.
45. Групповая скорость.
46. Наложение (интерференция) волн. Стоячие волны.
47. Энергия упругой волны.
48. Звук. Эффект Доплера для звуковых волн.
49. Волновое уравнение.
50. Электромагнитные волны.
51. Оптический эффект Доплера. Энергия электромагнитной волны. Интенсивность электромагнитной волны. Отражение и преломление электромагнитных волн от границы раздела двух однородных диэлектриков.

3 Семестр.

1. Интерференция света.
2. Ширина полос интерференции.
3. Когерентность.
4. Метод Юнга.
5. Интерференция при отражении при отражении от тонкой прозрачной пластинки.
6. Интерференция от пластинки переменной толщины (клина).
7. Кольца Ньютона.
8. Многолучевая интерференция.
9. Применение интерференции. Интерферометры. Просветление оптики. Интерференционные зеркала и фильтры.
10. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.

Согласована на портале № 6158

11. Метод зон Френеля. Зонная пластинка.
12. Графическое вычисление результирующей амплитуды (метод векторных диаграмм или спираль Френеля).
13. Дифракция на круглом отверстии и непрозрачном диске.
14. Дифракция в параллельных лучах (дифракция Фраунгофера).
15. Дифракция от щели.
16. Дифракционная решётка.
17. Спектральное разложение. Разрешающая способность решётки.
18. Дифракция на пространственных решётках. Дифракция рентгеновских лучей.
19. Голография.
20. Естественный и поляризованный свет.
21. Поляризация при отражении и преломлении. Закон Брюстера.
22. Поляризация при двойном лучепреломлении.
23. Закон Малюса.
24. Интерференция поляризованных волн.
25. Искусственное двойное лучепреломление (искусственная анизотропия). Эффект Керра.
26. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
27. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина.
28. Формула Планка.
29. Внешний фотоэффект.
30. Фотоны Опыт Боте (метод совпадений).
31. Эффект Комптона.
32. Тормозное рентгеновское излучение.
33. Характеристическое рентгеновское излучение.
34. Давление света.
35. Закономерности в атомных спектрах Формула Бальмера.
36. Элементарная теория Бора.
37. Опыт Франка и Герца.
38. Гипотеза де Бройля. Волновые свойства вещества.
39. Принцип неопределённости.
40. Волновое уравнение Шредингера. Физический смысл Ψ-функции.
41. Квантование энергии электрона в одномерной потенциальной яме.
42. Квантовый гармонический осциллятор.
43. Прохождение частицы через потенциальный барьер.
44. Главное и орбитальное квантовые числа.
45. Пространственное квантование (магнитное квантовое число).
46. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха.
47. Распределение электронов по энергетическим уровням атомов.
48. Принцип Паули.
49. Ширина спектральных линий. Тонкая структура спектральных линий.
50. Эффект Зеемана.
51. Молекулярные спектры.
52. Вынужденное излучение. Лазеры.

Согласована на портале № 6158

4 Методические материалы

Согласно пункту 12 рабочей программы.

1. Основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие для втузов: В 3 т. – 7-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2007.

Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 432 с. (В библиотеке – 155 экз.).

Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 496 с. (В библиотеке – 148 экз.).

Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 317 с. (В библиотеке – 151 экз.).

2. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов в 5 т. – М.: Физматлит, 2005-2006.

Т. 1: Механика. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 560 с. (В библиотеке – 101 экз.).

Т. 2: Термодинамика и молекулярная физика. – 5-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2006. – 543 с. (В библиотеке – 100 экз.).

Т. 3: Электричество. – 5-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 654 с. (В библиотеке – 100 экз.).

Т. 4: Оптика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2005. – 791 с. (В библиотеке – 101 экз.).

Т. 5: Атомная и ядерная физика. – 3-е изд., стереотип. – М.: Физматлит, 2006. – 782 с. (В библиотеке – 100 экз.).

3. Зисман Г.А., Тодес О.М. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2007.

Т. 1: Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=505.

Т. 2: Электричество и магнетизм. – 7-е изд. – 352 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=151 с компьютеров ТУСУР.

Т. 3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц. – 6-е изд. – 512 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=508.

2. Дополнительная литература:

Согласована на портале № 6158

1. Савельев И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике. [Электронный ресурс] – 5-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 292 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71766 с компьютеров ТУСУР.

2. Иродов И.Е. Механика. Основные законы. – 8-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 309 с. (В библиотеке – 99 экз.).

3. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. – 3-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 207 с. (В библиотеке – 50 экз.).

4. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 5-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 319 с. (В библиотеке – 101 экз.).

5. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: учебное пособие. – 3-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 263 с. (В библиотеке – 100 экз.).

6. Иродов И.Е. Квантовая физика. Основные законы: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд., доп. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 256 с. (В библиотеке – 100 экз.).

7. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие для вузов. – 7-е изд., стереотип. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 431 с. (В библиотеке – 496 экз.).

8. Чертов А.Г., Воробьёв А.А. Задачник по физике: Учебное пособие для втузов. – 8-е изд., перераб. и доп.– М.: Физматлит, 2007. – 640 с. (В библиотеке – 99 экз.).

9. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики: Учебное пособие для втузов. – 12-е изд., испр. – М.: Наука, 1990. – 396 с. (В библиотеке – 148 экз.).

10. Козырев А. В. Курс лекций по физике: Учебник. – Томск: ТУСУР, 2007. – 421 с. (В библиотеке – 697 экз.).

11. Калашников Н.П., Кожевников Н.М. Физика. Интернет-тестирование базовых знаний. [Электронный ресурс] – 1-е изд. – СПб.: Лань, 2009. – 160 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=172 с компьютеров ТУСУР.

12. Лозовский В.Н. Курс физики. В 2-х тт. [Электронный ресурс] – 6-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2009.

Т. 1: Физические основы механики. Электричество и магнетизм. Физика колебаний и волн. – 576 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=236.

Т. 2: Квантовая физика. Статистическая физика и термодинамика. Современная физическая картина мира. – 608 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=239 с компьютеров ТУСУР.

13. Савельев И.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2016.
Т. 1: Механика. Молекулярная физика. – 5-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 356 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71762.
Т. 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. – 12-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 500 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71761.

Согласована на портале № 6158

Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 4-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2016. – 308 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=71763.

14. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. [Электронный ресурс] – СПб.: Лань, 2009.

Т. 1: Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. – 13-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 480 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=416 с компьютеров ТУСУР.

Т. 2: Электрические и электромагнетические явления. – 12-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 528 с. Режим доступа on-line: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=418 с компьютеров ТУСУР.

Т. 3: Оптика. Атомная физика. – 10-е изд., стереотип. – СПб.: Лань, 2009. – 656 с. Режим доступа on-line с компьютеров ТУСУР: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=419.

3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Учебно-методические пособия для практических занятий и самостоятельной работы [Электронный ресурс]:

2.1. Чужков Ю.П. Работа и энергия. Законы сохранения в механике: сборник задач для практических занятий. – Томск: ТУСУР, 2010. – 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1100.

2.2. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Троян Л.А. Молекулярная физика: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2009. 30 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1234.

2.3. Лячин А.В., Магазинников А.Л., Орловская Л.В. Термодинамика. Часть 1: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2009. 43 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1235.

2.4. Галеева А.И., Лячин А.В., Магазинников А.Л. Термодинамика. Часть 2: Сборник тестовых вопросов для самостоятельной работы и для практических занятий. – 2010. 22 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1236.

2.5. Бурачевский Ю.А. Волновая оптика: Методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – 2009. 24 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1233.

2.6. Чужков Ю.П. Элементы атомной физики и квантовой механики: Учебно-методическое пособие. Сборник тестовых вопросов. – Томск: ТУСУР, 2011. – 68 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/1104.

2. Учебно-методические пособия для выполнения лабораторных работ [Электронный ресурс]:

Согласована на портале № 6158

3.1. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Динамика маятника Обербека: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 13 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/918.

3.2. Галеева А.И., Иванова Е. В. Изучение электростатического поля: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/926.

3.3. Иванова Е. В. Изучение магнитного поля кругового тока: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 12 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/863.

3.4. Бурачевский Ю.А. Определение удельного заряда электрона методом магнетрона: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 14 с. Режим доступа для студентов, сотрудников ТУСУР: http://edu.tusur.ru/training/publications/864

3.5. Бурдовицин В.А., Троян Л.А. Изучение затухающих электромагнитных колебаний: Методические указания к лабораторной работе. – 2007. 14 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/862.

3.6. Орловская Л.В. Изучение интерференции лазерного излучения: Методические указания к лабораторной работе. – 2010. 9 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/911.

3.7. Федоров М. В., Бурдовицин В. А. Внешний фотоэффект. Изучение закона Столетова и проверка формулы Эйнштейна: Методические указания к лабораторной работе. – 2009. 11 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/851.

3.8. Захаров Н.А., Кириллов А.М. Исследование спектра атома водорода: Методические указания к лабораторной работе. – 2011. 18 с. Режим доступа свободный для скачивания: http://edu.tusur.ru/training/publications/917.

Согласована на портале № 6158