

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.О.14 «ФИЗИКА»

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность(профиль): Электроэнергетические системы и сети
(наименование профиля / магистерской программы /специализации)

Программа: Бакалавриат
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

Форма обучения	Очная	Очно-заочная	Заочная
Семестр(ы)	1, 2	1, 2	1, 2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	8,0/288	8,0/288	8,0/288
Контактная работа (час.), в том числе:	144	62	28
лекции (час.)	68 (34+34)	18(8+10)	8 (4+4)
лабораторные работы (час.)	34 (17+17)	16(6+10)	4 (2+2)
практические (семинарские) занятия (час.)	34 (17+17)	16(6+10)	4 (2+2)
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	54 (36+18)	136(82+54)	215(121+94)
курсовой проект(работа) (семестр/час.)	—	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	ЭКЗ. 90 (36+54)ч.	ЭКЗ. 90 (36+54)ч.	ЭКЗ. 45 (9+36)ч.

Донецк, 2023

Рабочая программа дисциплины «Физика» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль: «Электрические системы и сети» для программы «бакалавриат» 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составитель:

Старший преподаватель
кафедры «Физика»


(подпись)

Малашенко Т.И.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Физика».

Протокол от « 03 » 03 2023 года № 7

Заведующий кафедрой


(подпись)

Волков А. Ф.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой**
«Электрические системы»

Протокол от « 07 » 03 2023 года № 8

Заведующий кафедрой


(подпись)

Полковниченко Д.В.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией**
ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02
«Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от « 23 » 03 2023 года № 3

Председатель


(подпись)

Ткаченко С.Н.
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20 года приёма на заседании кафедры «Физика».

Протокол от «_____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электрические системы»

Протокол от «_____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____ Полковниченко Д.В.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 2020 года приёма на заседании кафедры «Физика».

Протокол от «_____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Электрические системы»

Протокол от «_____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Физика является фундаментальной наукой, которая рассматривает общие закономерности течения природных явлений, закладывает основы миропонимания на разных уровнях познания природы и даёт общее обоснование естественнонаучной картины мира. Современная физика, кроме научного, имеет важное социокультурное значение. Она стала неотъемлемой частью культуры высокотехнологичного информационного общества.

Цель дисциплины – формирование у обучающихся физического знания, научного мировоззрения и соответствующего стиля мышления, экологической культуры, развития у них экспериментальных умений и исследовательских навыков, творческих способностей и склонности к креативному мышлению.

В результате освоения дисциплины студент должен:

–*знать*: основные физические явления и основные законы физики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; назначение и принципы действия важнейших физических приборов;

–*уметь*: объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий; использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных; использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;

–*владеть*: методиками материальных, энергетических и гидравлических расчетов технологического процесса, навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-3).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к обязательной части Блока1 дисциплин (модуля) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрёл при освоении предшествующих дисциплин: высшая математика, математический анализ, линейная алгебра, информатика, начертательная геометрия.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин (теоретическая электротехника, силовая электроника, преобразовательная техника,

охрана труда электротехника и электроника, технология компьютерного проектирования, цифровая схемотехника, компьютерные сети), прохождении учебной или производственной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	очная /очно-заочная/ заочная				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ.	Лабор.	СРС
Тема 1. Физические основы механики	23/25/27	10/2/2	4/4/0	4/2/2	5/17/23
Тема 2. Молекулярная физика и термодинамика	24/21/30	8/2/0	4/0/0	4/2/0	8/17/30
Тема 3. Электростатика. Постоянный электрический ток	25/25/30	8/2/2	5/4/2	5/2/0	7/17/26
Тема 4. Электромагнетизм	23/25/32	8/2/2	4/4/0	4/2/2	7/17/28
Тема 5. Колебания и волны	28/23/29	10/4/1	5/0/2	5/2/0	8/17/26
Тема 6. Волновая оптика	21/25/25	8/2/1	4/4/0	4/2/0	5/17/24
Тема 7. Квантовая оптика. Элементы квантовой механики	25/21/30	8/2/0	4/0/0	4/2/0	7/17/30
Тема 8. Основы физики твёрдого тела. Элементы физики атомного ядра	23/21/28	8/2/0	4/0/0	4/2/0	7/17/28
Контактная работа (дополнительная)	8/12/12				
Курсовая работа (проект)	0				
Итого по видам занятий	198/198/234	68/18/8	34/16/4	34/16/4	54/136/215
Контроль	90/90/45				
Итого:	288				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенций
ОПК-3	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

3.2. Лекции

Тема 1. Физические основы механики

Тема 1.1. Механическое движение. Кинематика. Скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного

движения абсолютно твёрдого тела. Угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростями и ускорениями точек вращающегося тела.

Тема 1.2. Динамика. Первый закон Ньютона. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта. Масса. Импульс. Сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Динамика вращательного движения тела вокруг неподвижной оси. Момент импульса. Момент инерции тела относительно оси. Момент силы. Уравнения динамики вращательного движения твёрдого тела относительно неподвижной оси.

Тема 1.3. Механическая работа и энергия. Мощность. Энергия как универсальная мера различных форм движения и взаимодействия. Механическая энергия. Кинетическая энергия механической системы. Кинетическая энергия вращающегося тела. Потенциальная энергия.

Тема 1.4. Законы сохранения – фундаментальные законы физики. Закон сохранения массы в классической механике. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Закон сохранения механической энергии. Общий закон сохранения энергии.

Тема 1.5. Общие свойства жидкостей и газов. Давление жидкости. Закон Паскаля. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.

Тема 1.6. Элементы теории относительности. Преобразования Галилея. Механический принцип относительности. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца. Релятивистский закон сложения скорости. Элементы релятивистской динамики. Взаимосвязь массы и энергии.

Литература к теме 1: []

Тема 2. Молекулярная физика и термодинамика

Тема 2.1. Атомно-молекулярное строение микроскопических тел. Идеальный газ. Экспериментальные газовые законы. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Элементы статистической физики. Статистические системы. Понятие о функции распределения. Классическая статистика Максвелла – Больцмана. Закон Максвелла для распределения молекул идеального газа по скоростям. Средняя скорость молекул. Идеальный газ в силовом поле. Барометрическая формула. Распределение Больцмана для частиц во внешнем потенциальном поле. Его научное и практическое значение в методах очистки воздуха и воды.

Тема 2.2. Экспериментальные законы диффузии, теплопроводности и внутреннего трения. Коэффициенты переноса.

Тема 2.3. Физические основы термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа. Теплоёмкость. Работа и теплота как форма обмена энергией между системами. Первый закон термодинамики. Тепловые и холодильные машины. Цикл Карно. КПД идеальной тепловой машины. Второй закон термодинамики. Направленность самопроизвольных процессов. Применение первого и второго закона термодинамики к изопроцессам.

Тема 2.4. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса и его анализ. Критическая точка. Сравнение изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами. Фазовые переходы I и II рода.

Литература к теме 2: []

Тема 3. Электростатика. Постоянный электрический ток

Тема 3.1. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля. Графическое изображение электрического поля. Принцип суперпозиции полей. Вектор электростатической индукции. Поток вектора напряжённости и поток вектора электростатической индукции. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для вычисления напряжённостей полей в простых случаях.

Тема 3.2. Работа сил электростатического поля. Циркуляция электростатического поля. Электростатическое поле – потенциальное поле. Потенциал и разность потенциалов. Связь между потенциалом и напряжённостью электростатического поля.

Тема 3.3. Электрическое поле в веществе. Свободные и связанные заряды в диэлектриках. Типы диэлектриков. Электронная и ориентационная поляризация. Диэлектрическая проницаемость вещества. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект. Электроёмкость уединенного проводника. Взаимная ёмкость двух проводников. Конденсатор. Соединение конденсаторов в батареи. Энергия заряженного конденсатора и системы конденсаторов. Энергия электростатического поля. Электростатические фильтры.

Тема 3.4. Электрический ток и его характеристики. Сила тока, плотность тока. Сторонние силы, электродвижущая сила. Обобщённый закон Ома в интегральной форме. Разность потенциалов, напряжение.

Сопротивление проводников. Последовательное и параллельное соединение проводников. Сопротивление и его зависимость от температуры. Суперпроводимость. Работа тока. Мощность. Закон Джоуля – Ленца. Законы Ома и Джоуля – Ленца в дифференциальной форме.

Литература к теме 3: []

Тема 4. Электромагнетизм

Тема 4.1. Опыт Эрстеда. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Вектор напряжённости магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Графическое изображение магнитного поля. Закон полного тока (теорема о циркуляции вектора магнитной индукции) для магнитного поля в вакууме и его применение к расчёту магнитного поля. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера. Магнитное взаимодействие параллельных проводников с током. Контуры с током в магнитном поле. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Эффект Холла. Масс-спектрометрические методы контроля загрязнения среды.

Тема 4.2. Поток вектора индукции магнитного поля. Потокосцепление. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле. Явление электромагнитной индукции. Опыты Фарадея. Закон Фарадея. Правило Ленца. Вихревые токи Фуко.

Явление самоиндукции. Индуктивность контура. Явление взаимной индукции. Токи замыкания и размыкания электрических цепей. Энергия магнитного поля. Материальность магнитного поля.

Тема 4.3. Магнитные свойства материалов. Классификация магнетиков. Природа диамагнетизма и парамагнетизма. Ферромагнетизм. Свойства ферромагнетиков. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Точка Кюри. Квантовая природа ферромагнетизма. Домены. Применение магнетиков в современной технике.

Литература к теме 4: []

Тема 5. Колебания и волны

Тема 5.1. Гармонические колебания (механические и электромагнитные) и их характеристики. Дифференциальное уравнение и анализ его решения. Пружинный, физический и математический маятник. Электрический колебательный контур. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний одного направления. Биения. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний. Фигуры Лиссажу.

Тема 5.2. Затухающие колебания (механические и электромагнитные). Дифференциальное уравнение и анализ его решения. Коэффициент затухания. Логарифмический декремент затухания. Добротность колебательной системы. Аперидический процесс.

Тема 5.3. Вынужденные колебания (механические и электромагнитные). Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний и анализ его решения. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Применение резонанса в современной науке и технике.

Тема 5.4. Волны. Поперечные и продольные волны. Уравнение гармонической бегущей волны и анализ его решения. Волновое уравнение. Перенос энергии волной. Вектор Умова. Примеры волновых процессов. Звук. Инфра- и ультразвук. Шумовое загрязнение атмосферы.

Тема 5.5. Общие положения теории Максвелла. Система уравнений Максвелла в интегральной форме. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Предсказание Максвеллом единого электромагнитного поля и электромагнитных волн.

Тема 5.6. Общие свойства электромагнитных волн. Энергия, которая переносится электромагнитной волной. Вектор Пойнтинга. Излучения электромагнитных волн. Взаимодействие электромагнитных волн и вещества. Шкала электромагнитных волн.

Литература к теме 5: []

Тема 6. Волновая оптика

Тема 6.1. Волновая оптика. Интерференция света. Когерентность. Общие условия наблюдения максимумов и минимумов интерференции. Интерференции света на тонких пленках. Интерферометры. Применение интерференции света.

Дифракции света. Принцип Гюйгенса – Френеля. Дифракционная решётка. Дифракция рентгеновского излучения. Формула Вульфа – Брэгга.

Тема 6.2. Поляризация света. Поляризация при отражении света. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление. Явление дихроизма. Поляроиды. Искусственная оптическая анизотропия. Эффект Керра. Инженерное применение поляризации света.

Литература к теме 6: []

Тема 7. Квантовая оптика. Элементы квантовой механики

Тема 7.1. Квантовая оптика. Тепловое излучение и его характеристики. Абсолютно чёрное тело. Закон Кирхгофа. Закон Стефана – Больцмана. Распределение энергии в спектре абсолютно черного тела. Закон смещения Вина. Квантовая гипотеза Планка. Формула Планка для теплового излучения. Кванты света – фотоны и их характеристика.

Тема 7.2. Фотоэлектрический эффект. Основные законы внешнего фотоэффекта. Уравнения Эйнштейна для внешнего фотоэффекта и квантовое объяснение законов фотоэффекта. Фотоэлементы. Эффект Комптона.

Тема 7.3. Элементы квантовой механики. Гипотеза де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Корпускулярно-волновой дуализм частиц вещества. Волновая функция, её статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шрёдингера. Квантовая частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме.

Тема 7.4. Квантово-механическая теория атома водорода и водородоподобных атомов. Квантование энергии. Квантовые числа. Квантование орбитальных механического и магнитного моментов. Пространственное квантование. Опыт Штерна и Герлаха. Спин электрона. Принцип Паули. Периодическая системы элементов Менделеева.

Литература к теме 7: []

Тема 8. Основы физики твёрдого тела. Элементы физики атомного ядра

Тема 8.1. Определение и классификация твёрдых тел. Кристаллическое состояние. Аморфные тела. Основы зонной теории твёрдых тел. Объяснение зонной теорией разделение твёрдых тел на металлы, полупроводники и диэлектрики.

Тема 8.2. Полупроводники и их зонная структура. Электроны проводимости и дырки. Собственная электропроводность полупроводников и её температурная зависимость. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. Терморезисторы.

Тема 8.3. Примесные полупроводники. Акцепторные и донорные примеси. Контактные явления в полупроводниках. Электронно-дырочный переход и его свойства. Полупроводниковый диод. Термoeлектрические явления.

Тема 8.4. Элементы физики атомного ядра. Состав ядра. Ядерные силы и их особенности. Характеристики атомного ядра. Энергия связи. Явление радиоактивности. Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада.

Ядерные реакции. Энергетический эффект ядерной реакции. Цепная ядерная реакция. Ядерный реактор. Вопросы ядерной безопасности. Элементы дозиметрии ионизирующих излучений. Основные характеристики и нормативные данные.

Физические и химические свойства водорода как энергоносителя. Научные основы водородной энергетики и технологии. Экологические проблемы современного мира. Перспективы их решения в 21-м веке.

Тема 8.5. Современная физическая картина мира. Иерархия структурных форм материи. Особенности классической и неклассической физики. Основные этапы эволюции физики и становление новых форм рационального мышления.

Литература к теме 8: []

3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объём, час.оч н/за- очн	Лите- ратура
1	Кинематика материальной точки.	2/1/0	
2	Динамика материальной точки и вращательного движения твёрдого тела. Законы Ньютона.	2/1/0	
3	Законы сохранения и их применение для решения задач механики.	2/1/0	
4	Уравнение состояния идеального газа. Газовые законы.	2/1/0	
5	Теплоёмкость. Законы термодинамики. Тепловые машины.	2/1/0	
6	Электростатика. Расчёт напряжённости электростатических полей. Конденсаторы. Энергия электрического поля.	2/1/2	
7	Постоянный электрический ток. Сопротивление проводников. Расчёт цепей постоянного тока.	2/1/0	
8	Магнитное поле и расчёт его характеристик. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Энергия магнитного поля.	3/1/0	
9	Гармонические колебания.	2/1/2	
10	Затухающие и вынужденные колебания.	2/1/0	
11	Волны	2/1/0	
12	Волновая оптика	2/1/0	
13	Квантовая оптика	2/1/0	
14	Элементы квантовой механики. Атом водорода.	2/1/0	

15	Физика твёрдого тела. Полупроводники.	2/1/0	
16	Физика атомного ядра.	3/1/0	
Итого:		34/16/4	

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очная/заоч	Литература
1	Механика	4/2/0	
2	Молекулярная физика	2/1/0	
3	Электростатика. Постоянный ток	2/1/2	
4	Постоянный ток	6/2/0	
5	Электромагнетизм	4/2/0	
6	Колебания и волны	4/2/0	
7	Волновая оптика	4/2/0	
8	Квантовая оптика	4/2/0	
9	Элементы квантовой механики	2/1/0	
10	Физика твёрдого тела и физика атомного ядра	2/1/0	
Итого:		34/16/4	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объём, час очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	18/77/93
2	Подготовка к практическим занятиям	18/20/10
3	Подготовка к лабораторным работам	18/21/94
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0/18/18
Итого:		54/136/215

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Для обучающихся очной и заочной формы обучения курсовой проект по дисциплине «Физика» учебным планом не предусмотрен.

Для оценки уровня практического применения изученного теоретического материала предусматривается выполнение расчётной работы. Для обучающихся заочной формы обучения предусмотрено выполнение 2-х индивидуальных заданий (контрольных работ) по одному в каждом семестре. Объём

учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания (контрольной работы студента-заочника) – 9 часов. Задание на контрольную работу выдаётся преподавателем и выполняется студентом по методическими рекомендациям [].

Темы индивидуальных заданий (контрольных работ):

Задание 1. Тема: «Физические основы механики. Молекулярная физика. Электростатика. Постоянный ток. Электромагнетизм». [7, 8]

Задание 2. Тема: «Колебания и волны. Оптика. Элементы ядерной физики». [].

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не умеет пользоваться справочной литературой, не умеет пользоваться единицами СИ.

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет пользоваться справочной литературой.
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет пользоваться справочной литературой;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет пользоваться справочной литературой;
- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет пользоваться справочной литературой.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки решения физических задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий; Не умеет пользоваться простейшими инструментами.
- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки решения физических задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия; умеет пользоваться простейшими инструментами.
- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия. Умеет пользоваться простейшими приборами и инструментами

Обобщённая оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену

1 семестр

1. Физические основы классической механики. Кинематика материальной точки. Скорость. Ускорение. Тангенциальное и нормальное ускорение.
2. Кинематические характеристики вращательного движения. Абсолютно твёрдое тело. Связь угловых и линейных величин.
3. Кинематика. Формулы для пути, скорости, ускорения, для равномерного и равнопеременного поступательного движения.
4. Динамика. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Понятие силы и массы. Второй и третий законы Ньютона.
5. Динамика вращательного движения твердого тела.
6. Механическая работа. Мощность. Консервативные и диссипативные силы. Работа упругой силы. Работа в поле силы тяготения. Энергия - единая мера различных форм движения материи. Энергия. Кинетическая энергия вращающегося твёрдого тела.
7. Потенциальная энергия тела в поле тяготения. Потенциальная энергия упругой деформации. Графическое представление потенциальной энергии при помощи потенциальных кривых. Законы сохранения импульса, момента импульса, механической энергии.
8. Пространство и время в классической механике. Преобразование Галилея. Постулаты специальной теории относительности. Преобразования Лоренца.
9. Элементы релятивистской динамики. Релятивистская масса. Релятивистский импульс.
10. Молекулярно - кинетическое и термодинамическое описание макроскопических систем.
11. Элементы классической статистики. Распределение молекул идеального газа по скоростям и энергиям. Идеальный газ в поле тяготения. Барометрическая формула. Распределение Больцмана по потенциальным энергиям.
12. Физические основы термодинамики. Термодинамическая система. Понятие о равновесии. Работа в термодинамике. Первое начало термодинамики. Теплоёмкость.
13. Степени свободы. Распределение энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Термодинамическая вероятность. Энтропия и её статистический смысл. Второе начало термодинамики.
14. Изопроцессы. Применение к ним первого и второго закона термодинамики.
15. Электростатика. закон сохранения заряда. Закон Кулона. Поток вектора D . Теорема Гаусса и её применение к вычислению полей равномерно заряженных бесконечно длинного цилиндра и сферы, к вычислению поля равномерно заряженных плоскостей, двух параллельных плоскостей.
15. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал. Эквипотенциальные поверхности
16. Проводники в электрическом поле. Электроёмкость конденсатора. Энергия заряженного проводника, конденсатора. Энергия электростатического поля.

17. Электрический ток. Ток проводимости и условия его существования. Понятие о сторонних силах. ЭДС источника тока. Закон Ома (интегральная и дифференциальная форма записи).
18. Магнитное поле и его характеристики. Графическое изображение магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямолинейного тока. Магнитное поле кругового тока.
19. Магнитные силы. Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в совмещенных электрическом и магнитном полях. Эффект Холла.
20. Явление электромагнитной индукции. Природа ЭДС индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Токи Фуко. Явление самоиндукции. Индуктивность. Взаимная индуктивность. Энергия магнитного поля.
21. Магнитные свойства веществ. Свойства ферромагнетиков, диамагнетиков и парамагнетиков, их природа.

2 семестр

1. Колебания: основные характеристики, дифференциальные уравнения и их решения для гармонических, затухающих и вынужденных колебаний.
2. Графическое представление колебаний. Сложение колебаний.
3. Упругие волны: классификация, характеристики. Уравнение плоской монохроматической волны.
4. Интерференция волн. Стоячие волны. Колебания струны. Понятие о квантовании.
5. Система уравнений Максвелла.
6. Электромагнитные волны и их свойства. Шкала электромагнитных волн.
7. Интерференция и дифракция света.
8. Поляризация света.
9. Тепловое излучение. Законы теплового излучения.
10. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта.
11. Элементы квантовой механики: гипотеза де Бройля, уравнение Шрёдингера, соотношение неопределённостей.
12. Атом водорода и водородоподобные ионы. Квантовые числа. Квантовые динамические характеристик.
13. Зонная теория твёрдых тел.
14. Собственная и примесная проводимость полупроводников.
15. Контактные явления.
16. Состав и размеры ядер. Дефект массы. Энергия связи.
17. Ядерные превращения: ядерные реакции, радиоактивность

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Уровень высшего профессионального образования: бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль (магистерская программа, специализация):

Энергоснабжение

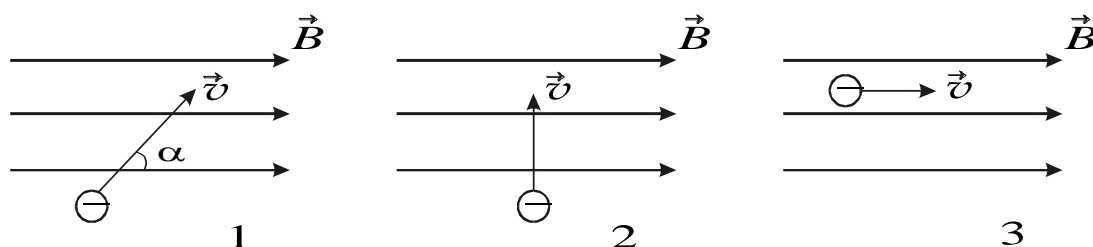
Семестр: первый

Учебная дисциплина: физика

Экзаменационный билет № 7.

1. Запишите основные динамические характеристики вращательного движения. Дайте определение этих характеристик. Чему равен момент инерции системы материальной точки относительно оси? Запишите формулы для расчёта момента инерции следующих тел относительно оси, проходящей через центр масс: сплошного диска, обруча, шара, стержня.

2. Какое действие оказывает магнитное поле на движущийся заряд? Запишите формулу для расчёта силы Лоренца. Опишите движение заряженных частиц в однородном магнитном поле в случае, когда вектор скорости перпендикулярен вектору индукции магнитного поля. В каком из приведенных на рисунке случаев электрон, влетающий в однородное магнитное поле, будет двигаться по винтовой линии?



3. Дайте определение потенциала электрического поля. Запишите формулу для расчёта потенциала электрического поля, создаваемого точечным зарядом. Как связаны напряжённость и потенциал в общем случае? Запишите формулу, связывающую напряжённость и потенциал однородного электрического поля.

4. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью 20 нФ заряжен до разности потенциалов 100 В. Какую работу нужно совершить, чтобы вдвое увеличить расстояние между обкладками?

5. По витку радиусом 5 см течет ток 10 А. Определите индукцию магнитного поля в центре кругового витка и магнитный момент кругового тока

Утверждено на заседании кафедры физики

(наименование кафедры полностью)

Протокол № от 2023 г.

Зав. кафедрой

А.Ф.Волков

(подпись)

(Ф.И.О.)

Экзаменатор

Т.И.Малашенко

(подпись)

(Ф.И.О.)

4.3. Критерии оценивания

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы и выставления экзаменационной оценки по физике

В каждом билете содержится три теоретических вопроса и две задачи (задания №1,2,3,4,5). Ответ на каждое задание максимально оценивается в 20 баллов.

При ответе на теоретическое задание оценка «20» ставится в случае полного ответа на вопрос без каких-либо неточностей (пункт а)) и проведения расчёта без математических ошибок (пункт б)). Баллы снимаются, если в ответе упущены какие-либо второстепенные моменты, допущены несущественные неточности, допущены существенные неточности при правильном ответе в целом, при недостаточном представлении материалов. Баллы снимаются как процент недостающего материала с учётом его значимости.

Итоговая оценка за экзамен рассчитывается как сумма баллов и максимально составляет 100 баллов.

КРИТЕРИИ

оценивания работы в течение семестра и выставления итогового зачёта по физике

Средствами оценивания являются:

- выполнение лабораторных работ;
- защита отчётов о лабораторных работах;
- выполнение индивидуального задания;
- защита индивидуального задания.

Защита лабораторных работ, индивидуального задания проводится в виде собеседования.

Критерии и шкала оценивания по оценочному материалу «Собеседование» (устный опрос, в семестре 8 лабораторных работ)

Шкала оценивания (интервал баллов)	Критерий оценивания
12	Владеет материалом, изучаемым в лабораторной работе, на высоком уровне. Верно формулирует выводы и обобщения. Дает полные ответы на поставленные вопросы. Активно работает на занятиях. Правильно выполняет все измерения и вычисления.
8	Владеет материалом, изучаемым в лабораторной работе, на хорошем уровне, однако на некоторые вопросы ответить не может. Правильно выполняет измерения, но иногда совершает ошибки в расчётах.
4	Знает основные положения изучаемого материала, но на значительную часть вопросов даёт неполные или неправильные ответы. Допускает ошибки при построении графиков и выполнении вычислений.

	Проявляет низкую активность на занятиях.
4	Дополнительные баллы, начисляемые в конце семестра при правильном и своевременном выполнении всех лабораторных работ.
0	Учебным материалом не владеет. При выполнении вычислений допускает грубые ошибки. На поставленные вопросы ответить не в состоянии или отвечает не верно. На занятиях безинициативен.

Выполнение всех лабораторных работ, предусмотренных учебно-методической картой дисциплины является обязательным.

Перевод оценки из 100-балльной шкалы в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

4.4. Примеры текущего опроса

На лабораторных занятиях

Все инструкции к лабораторным работам снабжены блоком вопросов по защите работы.

Пример: Лабораторная работа №46 «Исследование зависимости сопротивления проводников от температуры»

1. Что называется электрическим сопротивлением?
2. Как зависит электрическое сопротивление проводников от температуры? Запишите формулу.
3. Дайте определение температурного коэффициента сопротивления.
4. Сравните полученный экспериментально график с теоретической зависимостью. Сделайте вывод. Сравните найденное значение температурного коэффициента сопротивления α с табличным и определите возможный материал проводника.

На практических занятиях

Вопросы для текущего опроса по всем темам приведены в учебном пособии [3]

Пример: Тема «Динамика материальной точки и вращательного движения твердого тела. Законы Ньютона»

1. Перечислите основные динамические характеристики поступательного движения. Дайте их определения.
2. Сформулируйте первый закон Ньютона. Какие системы отсчёта называются инерциальными?
3. Сформулируйте второй закон Ньютона.
4. Сформулируйте третий закон Ньютона.
5. Перечислите основные динамические характеристики вращательного движения.
6. Запишите формулы для расчёта момента инерции следующих тел относительно оси, проходящей через центр масс: сплошного диска, обруча, шара, стержня.
7. Сформулируйте и запишите теорему Штейнера.
8. Чему равен момент силы относительно оси вращения?
9. Чему равен момент импульса твёрдого тела относительно оси вращения?
10. Запишите основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела относительно неподвижной оси вращения.

4.5. Курсовое проектирование

Учебным планом курсовое проектирование не запланировано

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Волков, А. Ф. Курс физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования. В 2 т. Т. 1 : Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика. Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм / А. Ф. Волков, Т. П. Лумпиева ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Изд. 2-е, испр. и доп. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 100-летию ДонНТУ посвящается. – Систем. требования: AcrobatReader.

<http://ed.donntu.ru/books/19/cd9104.pdf>

2. Волков, А. Ф. Курс физики [Электронный ресурс] : учеб. пособие для обучающихся образоват. учреждений высш. проф. образования. В 2 т. Т. 2 : Колебания и волны. Волновая и квантовая оптика. Элементы квантовой механики. Основы физики твердого тела. Элементы физики атомного ядра / А. Ф. Волков, Т. П. Лумпиева ; ГОУВПО «ДОННТУ». – Изд. 2-е, испр. и доп. – Электрон. дан. (1 файл). – Донецк : ДОННТУ, 2019. – 100-летию ДонНТУ посвящается. – Систем. требования: AcrobatReader.

<http://ed.donntu.ru/books/19/cd9105.pdf>

3. Лумпиева, Т. П. Практикум по физике. Решение задач [Электронный ресурс] : учеб.пособие для студентов инж.-техн. специальностей высш. учеб. заведений : в 2 т. Т. 1: Физические основы механики. Молекулярная физика и термодинамика. Электростатика. Постоянный электрический ток. Электромагнетизм / Т. П. Лумпиева, Н. М. Русакова, А. Ф. Волков. – Электрон.дан. (1 файл). Донецк : Технопарк ДОНГТУ «УНИТЕХ», 2017. – Систем.требования : AcrobatReader. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd7846.pdf>

4. Лумпиева, Т. П. Практикум по физике. Решение задач [Электронный ресурс] : учеб.пособие для студентов инж.-техн. специальностей высш. учеб. заведений : в 2 т. Т. 2: Колебания и волны. Волновая и квантовая оптика. Элементы квантовой механики. Основы физики твёрдого тела. Элементы физики атомного ядра / Т. П. Лумпиева, Н. М. Русакова, А. Ф. Волков. Электрон.дан. (1 файл). Донецк : Технопарк ДОНГТУ «УНИТЕХ», 2017. – Систем.требования : AcrobatReader. – Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd7847.pdf>

II. Дополнительная литература

5. Лабораторный практикум по физике: инструкции к лабораторным работам [Электронный ресурс] / А.Ф. Волков, Т.П. Лумпиева – Донецк: ДонНТУ, 2015. – 70 файлов. – Систем.требования: AcrobatReader.

Режим доступа: <http://ea.donntu.ru/handle/123456789/29065>

6. Справочные материалы по физике / сост.: А. Ф. Волков, Т. П. Лумпиева. – Донецк: ДонНТУ, 2010.- 28с. Рассмотрено на заседании кафедры физики Протокол № 4 от 22.03.2016 Утверждено учебно-издательским советом ДонНТУ Протокол № 3 от 17.05.2016. Переутверждено на заседании кафедры физики: протокол №6 от 25.02.20.

<http://ea.donntu.ru/handle/123456789/2807>

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7. Лумпиева, Т. П. Конспект лекций по физике. Часть 1 / Т. П. Лумпиева, А. Ф. Волков.- Донецк: ДонНТУ, 2011. – 120 с. Рассмотрено на заседании кафедры физики. Протокол № 3 от 15.10.2010 Утверждено учебно-издательским советом ДонНТУ. Протокол № 9 от 23.10.2010 г. Переутверждено на заседании кафедры физики: протокол №6 от 25.02.20.

<http://ea.donntu.ru/handle/123456789/2798>

8. Лумпиева, Т. П. Конспект лекций по физике. Часть 2 / Т. П. Лумпиева, А. Ф. Волков.- Донецк: ДонНТУ, 2014.– 120 с. Рассмотрено на заседании

кафедры физики. Протокол № 1 от 14.09.2012 г. Утверждено учебно-издательским советом ДонНТУ. Протокол № 4 от 04.10.2012 г. Переутверждено на заседании кафедры физики: протокол №6 от 25.02.20.

<http://ea.donntu.ru/handle/123456789/24871>

9. Методическое пособие для самостоятельной работы по курсу физики. Индивидуальные домашние задания / Сост.: А. Ф. Волков, Т. П. Лумпиева. – Донецк: ДонНТУ. - 2015.-122 с. Рассмотрено на заседании кафедры физики Протокол № 1 от 14.09.2015 г. Утверждено учебно-издательским советом ДонНТУ. Протокол № 9 от 21.09.2015 г. Переутверждено на заседании кафедры физики пр.№6 от 25.02.20.

<http://ea.donntu.ru/handle/123456789/29064>

10. Лабораторный практикум по физике [электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.Ф. Волков, Т.П. Лумпиева. – (11 Мб). – Донецк, 2015. – 68 файлов. – Систем.требования :AcrobatReader.Переутверждено на заседании кафедры физики: протокол №6 от 25.02.20.

<http://ea.donntu.ru/handle/123456789/29065>

<http://ed.donntu.ru/books/met/cd482.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Лекционные занятия:

Учебная аудитория № 3.304, учебный корпус 3, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: ноутбук (ОС - Windows 8.1 Professionalx86/64 (академическая подписка DreamSpark-Premium), LibreOffice 3.3.0.4 (лицензия GNULGPLv3+ и MPL2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

7.2 Практические занятия:

Учебная аудитория №3.206, учебный корпус 3, для проведения практических занятий и самостоятельной работы: специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

7.3 Лабораторные работы:

1. Специализированная учебная лаборатория механики и молекулярной физики № 3.201, учебный корпус 3, для проведения занятий семинарского и лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (специализированная мебель: доска

аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты; технические весы, набор разновесов, микрометр, штангенциркуль, транспортир, секундомер, линейка, машина Атвуда, электронные секундомеры, блок питания, маятники Обербека, наборы грузов, установка для изучения удара шаров, электродвигатель, динамометр, счетчик оборотов, штангенциркуль, секундомер, перекладина с установленной на ней проволокой, набор грузов, индикатор, микрометр, индикатор, штангенциркуль, термометр, насос Камовского, вакуумметр, аналитические весы, разновесы, тигель с оловом, печь, термopара, секундомер, стеклянный баллон, U-образный манометр, насос, секундомер, цилиндр с исследуемой жидкостью, секундомер, аналитические весы и разновесы, микрометр, установка для определения коэффициента поверхностного натяжения, установка для определения коэффициента внутреннего трения).

2. Специализированная учебная лаборатория электричества и магнетизма № 3.204, учебный корпус 3, для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты; источник тока, вольтметр, гальванометр, набор электродов, набор конденсаторов, микровеберметр, вольтметр, потенциометр, источник тока, подставка с натянутыми проводами, амперметр, вольтметр, источник тока, реохорд, гальванометр, магазин сопротивлений, источник тока, нагреватель, термометр, вольтметр универсальный В7-21А, источник э.д.с., амперметр, вольтметр, реостат, гальванический элемент, микроамперметр, микровольтметр, переменный резистор, полосовой магнит, буссоль с компасом, секундомер, тангенс-гальванометр, амперметр, реостат, источник тока, тороид с железным сердечником, источник питания ВС-27М, измеритель магнитной индукции, подковообразный электромагнит, якорь с набором грузов, амперметр, реостат, подковообразный магнит, измерительная катушка, микровеберметр, микроамперметр, нагреватель, термopара, микровольтметр, электронный осциллограф, амперметр, вольтметр, источник питания, электронная лампа, соленоид, источник питания, амперметр, вольтметр, электронный осциллограф, вольтметр, источник питания, маятник, секундомер, приспособление для определения центра масс, физический маятник, набор демпферов, секундомер, физический маятник, штангенциркуль, секундомер, электронный осциллограф, генератор импульсов, колебательный контур, источник напряжения, потенциометр, вольтметр, микроамперметр, секундомер, генератор звуковой частоты, микроамперметр, колебательный контур.

3. Специализированная учебная лаборатория электричества и магнетизма № 3.207, учебный корпус 3, для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер, монитор; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты; электрическая лампочка, фотоэлемент, люксметр, зеркальный гальванометр, линза, осветитель, микрометрический винт, светофильтры, гониометр, дифракционная решетка, светофильтры, оптическая скамья, осветитель со щелью, дифракционная решетка, светофильтры, сахариметр, трубки с растворами сахара, гониометр-спектрометр Г5, стеклянная призма, лампа накаливания, светофильтры,

оптический пирометр, лампа накаливания, ваттметр, автотрансформатор, газовый интерферометр, насос, водяной манометр, стеклянный баллон, вакуумный фотоэлемент СУВ-3, источник питания, микроамперметр, люксметр, прибор УМ-2, высоковольтный генератор Спектр-1, ртутная, неоновая и водородная лампы, гелио-неоновый лазер, дифракционная решетка, поляроид, фотоэлемент, вакуумный фотоэлемент, источник питания, микроамперметр, вольтметр, реостат, термомпара, вольтметр, микроамперметр реостат, термометр, нагреватель, термометр, мост сопротивлений, диоды, миллиамперметр, микроамперметр, вольтметр, дифракционный монохроматор МУМ-1, инжекционный полупроводниковый лазер, светодиоды, микроамперметр, источник питания, вольтметр, люксметр, источник питания, универсальный монохроматор УМ-2, высоковольтный генератор, ртутная, неоновая и водородная лампы).

7.4. Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОН-НТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС-MicrosoftWindows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grubloaderfor ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, MozillaFirefox - лицензия MPL2.0, Moodle (ModularObject-OrientedDynamicLearningEnvironment) - лицензия GNU GPL).