

Рабочая программа дисциплины
Б1.О.25 Промышленная электроника
для программы бакалавриата
по направлению подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
Направленность (профиль) программы: «Электропривод и автоматика»
Форма обучения – очная

Автор: Шабо К.Я., к.т.н., доцент кафедры ЭПиАПП, e-mail: kamilshabo@rambler.ru

РЕКОМЕНДОВАНО	ОДОБРЕНО	ПРОВЕРЕНО
Заведующий кафедрой разработчика ЭПиАПП _____/А.В. Рукович протокол № <u>14</u> от « <u>10</u> » <u>мая</u> 2024 г.	Заведующий выпускающей кафедрой ЭПиАПП _____/ А.В. Рукович протокол № <u>14</u> от « <u>10</u> » <u>мая</u> 2024 г.	Нормоконтроль в составе ОПОП пройден Специалист УМО/деканата _____/ К.А.Кравчук « <u>15</u> » <u>мая</u> 2024 г.
Рекомендовано к утверждению в составе ОПОП Председатель УМС _____ / Л.Д. Ядреева протокол УМС № <u>10</u> от « <u>16</u> » <u>мая</u> 2024 г.		Зав.библиотекой _____/ С.В. Игонина « <u>15</u> » <u>мая</u> 2024г.

1. АННОТАЦИЯ
к рабочей программе дисциплины
Б1.О.25 Промышленная электроника
Трудоемкость 3 з.е.

1.1. Цель освоения и краткое содержание дисциплины

Цель преподавания дисциплины состоит в изучение принципов работы простейших электронных элементов и типовых схем, формировании базовых знаний в области основ электроники, в том числе, теории полупроводников, физических процессов в полупроводниковых приборах, технологии изготовления полупроводниковых приборов, основных параметров и режимов работы полупроводниковых приборов, технологии изготовления и особенностях элементов интегральных микросхем.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: формировать базовые знания в области основ теории полупроводников и принципов функционирования, выбора и расчета полупроводников на базе двух-, трех- и четырехслойных структур; научить принципам расчета основных режимов работы полупроводниковых приборов; научить определять параметры и характеристики полупроводниковых приборов; развивать умения и навыки инженерного подхода для решения поставленных задач; научить применению полученных знаний для выбора элементной базы; заложить навыки применения анализа схем устройств на полупроводниковых элементах.

Краткое содержание дисциплины: Электроника, ее роль и значение в современном обществе, науке, технике и производстве; элементы полупроводниковой электроники; усилители; аналоговые и интегральные микросхемы; генераторы и активные фильтры; цифровые интегральные микросхемы; АЦП и ЦАП; микросхемы памяти.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Планируемые результаты освоения программы (код и содержание компетенции)	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства
Теоретическая и практическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1: Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ОПК-4.2: Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока ОПК-4.4: Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств	Знать: принципы работы основных электронных элементов; систему условных графических обозначений элементов; принципы проектирования типовых электронных аналоговых и цифровых систем; состояние рынка элементной базы на текущий момент; Уметь: анализировать работу электронных схем;	разноуровневые задания, РГР, тест.

Эксплуатационный	ПК-4: Готов к участию в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике	<p>ОПК-4.6: Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p> <p>ПК-4.2: Составляет инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний</p>	<p>разрабатывать простейшие электронные схемы;</p> <p>Владеть: измерения характеристик и параметров элементов и устройств радиоэлектронной аппаратуры; определения по условным обозначениям функциональное назначение электронных элементов.</p>	
------------------	---	---	---	--

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Индекс	Наименование дисциплины	Семестр изучения	Индексы и наименования учебных дисциплин (модулей), практик	
			на которые опирается содержание данной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.О.25	Промышленная электроника	6	Б1.О.13 Математика Б1.О.14 Физика Б1.О.17 Теоретические основы электротехники Б1.О.18 Электротехническое и конструкционное материаловедение	Б1.О.20 Силовая электроника Б1.О.21 Электрические и электронные аппараты

1.4. Язык преподавания: русский.

2. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Выписка из учебного плана (гр. Б-ЭП-24):

Код и название дисциплины по учебному плану	Б1.О.25 Промышленная электроника	
Курс изучения	3	
Семестр(ы) изучения	6	
Форма промежуточной аттестации (зачет/экзамен)	зачет	
Расчетно-графическая работа, семестр выполнения	6	
Трудоемкость (в ЗЕТ)	3 ЗЕТ	
Трудоемкость (в часах) (сумма строк №1,2,3), в т.ч.:	108	
№1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (КР), в часах:	Объем аудиторной работы, в часах	В т.ч. с применением ДОТ или ЭО, в часах
Объем работы (в часах) (1.1.+1.2.+1.3.):	69	-
1.1. Занятия лекционного типа (лекции)	26	-
1.2. Занятия семинарского типа, всего, в т.ч.:	39	-
- семинары (практические занятия, коллоквиумы т.п.)	13	-
- лабораторные работы	26	-
- практикумы	-	-
1.3. КСР (контроль самостоятельной работы, консультации)	4	-
№2. Самостоятельная работа обучающихся (СРС) (в часах)	39	

3. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

3.1. Распределение часов по разделам и видам учебных занятий

Раздел	Всего часов	Контактная работа, в часах									Часы СРС
		Лекции	из них с применением ЭО и ДОТ	Семинары (практические занятия, коллоквиумы)	из них с применением ЭО и ДОТ	Лабораторные работы	из них с применением ЭО и ДОТ	Практикумы	из них с применением ЭО и ДОТ	КСР (консультации)	
Основы теории полупроводников	12	4	-	2	-	4	-	-	-	-	2 (ЛР)
Элементная база полупроводниковой техники	20	6	-	2	-	4	-	-	-	2	2 (ЛР) 4 (РГР)
Основные полупроводниковые элементы	22	4		2		6				2	4(ЛР) 4(РГР)
Основы цифровой электроники	21	4		2		4					6(ЛР) 5 (РГР)
Источники тока	17	4		3		4				-	4 (ЛР) 2 (РГР)
Операционные усилители	16	4		2		4				-	4(ЛР) 2(РГР)
Всего часов за семестр	108	26	-	13	-	26	-	-	-	4	39

Примечание: ЛР-подготовка к лабораторным занятиям, РГР – выполнение расчетно-графической работы.

3.2. Содержание тем программы дисциплины

Тема 1. Основы теории полупроводников.

Введение. Назначение, классификация электрических полупроводников.

Тема 2. Элементная база полупроводниковой техники.

Основные свойства р-п перехода В полупроводниковых приборах, основные виды носители заряда.

Тема 3. Основные полупроводниковые элементы.

Классификация основных полупроводниковых элементов, выбор полупроводниковых диодов, транзисторов. Тиристоров.

Тема 4. Основы цифровой электроники.

Назначение, параметры электронных схем, параметры микросхем.

Тема 5. Источники тока.

Конструкция и виды источников тока, сравнение характеристик схем источников постоянного и переменного тока.

Тема 6. Операционные усилители.

Общие сведения. Назначение, виды операционных усилителей по способу включения, силовые полупроводниковые приборы. Физические процессы происходящих в магнитном усилителе.

3.3. Формы и методы проведения занятий, применяемые учебные технологии

Для изучения дисциплины предусмотрены следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, расчетно-графические задания, самостоятельная работа студентов, индивидуальные и групповые консультации.

В процессе преподавания дисциплины специальные интерактивные технологии не предусмотрены.

4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы¹ обучающихся по дисциплине Содержание СРС

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вид СРС	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основы теории полупроводников	Выполнение ЛР	2	Анализ теоретического материала, выполнение РГР, ЛР(внеауд.СРС)
2	Элементная база полупроводниковой техники	Выполнение РГР Выполнение ЛР	4 2	Анализ теоретического материала, выполнение РГР, ЛР(внеауд.СРС)
3	Основные полупроводниковые элементы	Выполнение РГР Выполнение ЛР	4 4	Анализ теоретического материала, выполнение РГР, ЛР(внеауд.СРС)
4	Основы цифровой электроники	Выполнение РГР Выполнение ЛР	5 6	Анализ теоретического материала, выполнение РГР, ЛР(внеауд.СРС)
5	Источники тока	Выполнение РГР Выполнение ЛР	2 4	Анализ теоретического материала, выполнение РГР, ЛР(внеауд.СРС)
6	Операционные усилители	Выполнение РГР Выполнение ЛР	2 4	Анализ теоретического материала, выполнение РГР, ЛР(внеауд.СРС)
	Всего часов		39	

Лабораторные работы или лабораторные практикумы

№	Наименование раздела (темы) дисциплины	Лабораторная работа или лабораторный практикум	Трудо-емкость (в часах)	Формы и методы контроля
1	Основы теории полупроводников	Техника безопасности, исследование рабочего стенда.	4	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лаб. работ.
2	Элементная база полупроводниковой техники	Исследование схем выпрямления на базе полупроводниковых диодов.	4	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лаб. работ.
3	Основные полупроводниковые элементы	Исследование ключевого режима транзисторов. Исследование ключевого режима транзисторов	6	Оформление работы в соответствии с методическими указаниями по выполнению лаб. работ.
4	Основы цифровой электроники	Экспериментальное определение параметров элементов цепей постоянного тока.	4	Оформление работы в соответствии с указаниями по выполнению лабораторных работ.

¹ Самостоятельная работа студента может быть внеаудиторной (выполняется студентом самостоятельно без участия преподавателя – например, подготовка конспектов, выполнение письменных работ и др.) и аудиторной (выполняется студентом в аудитории самостоятельно под руководством преподавателя – например, лабораторная или практическая работа).

5	Источники тока	Экспериментальное определение параметров элементов цепей переменного тока	4	Оформление работы в соответствии указаниями по выполнению лабораторных работ.
6	Операционные усилители	Электрическая цепь переменного тока с параллельным и последовательным соединением элементов	4	Оформление работы в соответствии с указаниями по выполнению лабораторных работ.
	Всего часов		26	

Работа на лабораторном занятии

В период освоения дисциплины студенты посещают лекционные занятия, самостоятельно изучают дополнительный теоретический материал к лабораторным занятиям. Критериями оценки работы на лабораторных занятиях является: владение теоретическими положениями по теме, выполнение лабораторных работ. Самостоятельная работа студентов включает проработку методических рекомендаций и дополнительной учебной литературы в соответствии с планом занятия; выполнение лабораторных работ. Основной формой проверки СРС является проведение лабораторных работ и письменное написание полученных результатов согласно методическим рекомендациям.

Содержание дисциплины, разработка лабораторных занятий с указанием основной и дополнительной литературы к каждому занятию, а также методические рекомендации к выполнению лабораторных заданий, образцы их выполнения представлены в Методических указаниях по курсу «Основы электроники». Нерюнгри, 2009 г.

Критериями для оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания при выполнении лабораторных работ;
- правильность выполнения лабораторных работ;
- обоснованность и четкость изложения результатов.

Максимальный балл, который студент может набрать на лабораторном занятии, - 30 баллов.

Расчетно-графическая работа

В рамках курса предусмотрено выполнение двух расчетно-графических работ:

Расчетно-графическая работа №1: «Расчет параметров электронных схем».

Задача: По исходным данным, приведенным в таблице 1, определить падение напряжения на сопротивлении нагрузки U_R , ток в цепи I , сопротивление диода постоянному току R_0 и дифференциальное сопротивление $r_{диф}$. Цепь состоит из источника напряжения E , резистора R и диода VD . Рабочая точка находится на прямой ветви диода. Привести схему.

Таблица 1

Исходные данные	Последняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$E, В$	5	4	10	3	6	6	3	10	4	5
$R, кОм$	1	2	2	0,5	2	1	2	3	2	1,5
	Предпоследняя цифра шифра									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Обратный ток насыщения диода $I_0, мкА$	25	5	30	10	10	5	30	5	25	20
Температура $T, К$	300	293	293	300	298	300	300	300	298	293

Расчетно-графическая работа №2: «Расчет параметров и выбор шунтирующих резисторов и полупроводниковых диодов».

Задание 1. Рассчитайте простейшую схему без фильтра для выпрямления синусоидального напряжения с действующим значением $U=500$ В, используя диоды КД109Б. Выберите подходящие номинальные сопротивления шунтирующих резисторов. Начертите схему.

Задание 2. В схеме, изображенной на рисунке 1, а, $U_{\text{п}}=6$ В, $R_1=2$ кОм, $R_2=1$ кОм. Определите токи через диоды, напряжение на диодах, напряжение $U_{\text{вых}}$ и сопротивление постоянному току R_0 . Вольтамперная характеристика диодов приведена на рисунке 1, б.

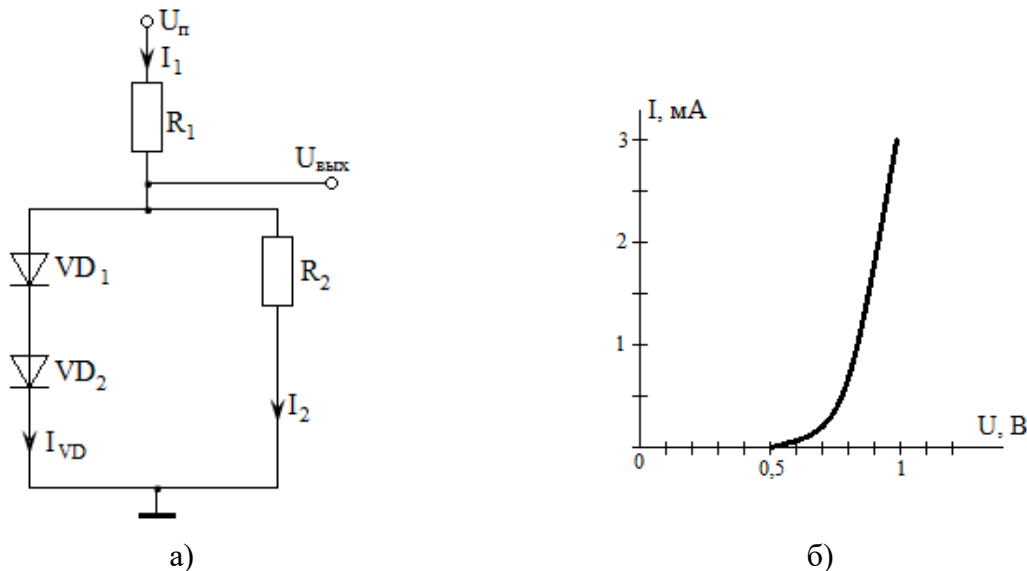


Рисунок 1

Общие положения и требования по выполнению РГР

Выполнение расчетно-графических работ предусмотрено учебным планом подготовки и имеет следующие цели:

- а) закрепление и углубление теоретических знаний, полученных на предусмотренных учебным планом видах занятий;
- б) формирование умений самостоятельно решать задачи по расчету показателей объекта изучения дисциплины с обоснованием применяемых при этом теоретических положений и анализом полученных результатов;
- в) формирование инженерного мышления, необходимого для исследования существующих и перспективных систем электроэнергетики и электротехники.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

1) Старостина Л.В. Методические указания к выполнению расчетно-графических и самостоятельных работ по курсу «Физические основы электроники». – Нерюнгри.: Издательство ТИ (ф) СВФУ, 2013. – 33 с.

Критерии оценки одной расчетно-графической работы:

30 баллов выставляется за 100% выполненную работу, в которой отсутствуют фактические ошибки. 28 баллов - за работу, в которой допущена 1 фактическая ошибка. 26 баллов – за работу, в которой допущены 2 ошибки. 24 баллов – за работу с 3 ошибками. 22 баллов – за работу с 4 ошибками. 20 баллов – за работу с 5 ошибками. Работа, выполненная более чем с 6 ошибками, не оценивается.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для помощи обучающимся в успешном освоении дисциплины в соответствии с запланированными видами учебной и самостоятельной работы обучающихся:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляров в библиотеке СВФУ
1	Основы электроники для студентов, радиолюбителей, инженеров, http://www.sxemotehnika.ru/o-proekte.html		
2	Электrolаборатория, автор Янсюкевич В.А., http://yanviktor.narod.ru/ .		

Методические указания размещены в СДО Moodle: <http://moodle.nfygu.ru/course/view.php?id=14642>

Рейтинговый регламент по дисциплине:

№	Вид выполняемой учебной работы (контролирующие материалы)		Количество баллов (min)	Количество баллов (max)	Примечание
	Испытания / Формы СРС	Время, час			
1	Лабораторные занятия	22	20	40	знание теории; выполнение лабораторной работы
2	Расчетно-графическая работа	17	40	60	в письменном виде, индивидуальные задания
Итого:		39	60	100	

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Показатели, критерии и шкала оценивания

Коды оцениваемых компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Показатель оценивания (по п.1.2.РПД)	Уровни освоения	Критерии оценивания (дескрипторы)	Оценка
ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин ПК-4: Готов к участию в выполнении ремонтов оборудования по заданной методике	ОПК-4.1: Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока ОПК-4.2: Использует методы расчета переходных процессов в	Знать: принципы работы основных электронных элементов; систему условных графических обозначений элементов; принципы проектирования типовых электронных аналоговых и цифровых систем; состояние рынка элементной базы на текущий момент;	Освоено	Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен полностью	Зачтено

	<p>электрических цепях постоянного и переменного тока ОПК-4.4: Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств ОПК-4.6: Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов</p> <p>ПК-4.2: Составляет инструкции по эксплуатации оборудования и программы испытаний</p>	<p>Уметь: анализировать работу электронных схем; разрабатывать простейшие электронные схемы; Иметь: измерения характеристик и параметров элементов и устройств радиоэлектронной аппаратуры; определения по условным обозначениям функциональное назначение электронных элементов.</p>		<p>использованием современной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа. В лабораторном задании может быть допущена 1 фактическая ошибка.</p>	
			<p>Не освоено</p>	<p>Ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента. В лабораторном задании допущено более 5 фактических ошибок. или Ответ на вопрос полностью отсутствует или Отказ от ответа</p>	<p>Не зачтено</p>

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Характеристики процедуры	
Вид процедуры	зачет
Цель процедуры	выявить степень сформированности компетенции ОПК-4, ПК-4.
Локальные акты вуза, регламентирующие проведение процедуры	Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся СВФУ, версия 3.0, утверждено ректором СВФУ 19.02.2019 г. Положение о балльно-рейтинговой системе в СВФУ, версия 4.0, утверждено 21.02.2018 г.
Субъекты, на которых направлена процедура	студенты 3 курса бакалавриата
Период проведения процедуры	Летняя зачетная неделя
Требования к помещениям и материально-техническим средствам	-
Требования к банку оценочных средств	-
Описание проведения процедуры	Зачет принимается в устной форме. Учитываются набранные баллы в течение семестра. Зачет принимается на последнем занятии семестра.
Шкалы оценивания результатов	Шкала оценивания результатов приведена в п. Рейтинговый регламент по дисциплине.
Результаты процедуры	В результате сдачи всех заданий для СРС студенту необходимо набрать 60 баллов минимум, чтобы получить зачет.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины²

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы, вид и характеристика иных информационных ресурсов	Наличие грифа, вид грифа	Количество экземпляро в в библиотеке СВФУ
Основная литература			
1	Миловзоров О.В. Электроника. – М.: Высшая школа, 2008.- 288 с.	Министерство Общ.и проф- ого образования	15
Дополнительная литература			
2	Бобровников Л.З. Электроника: Учебник для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.: ил. – (Серия «Учебник для вузов»)		3
3	Андреев, А.В. Основы электроники: учеб. пособие для сред. спец. учеб. заведений / А. В. Андреев, М. И. Горлов. - Ростов н/Д: Феникс, 2003.		2
4	Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника (Полный курс): Учебник для вузов / Ю.Ф. Опадчий, О.П. Глудкин, А..И. Гуров; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2002. – 768 с.: ил.		1
Периодические издания			
1	Электрика		
2	Малая энергетика		
3	Электричество		
4	Электрические станции		
5	Промышленная энергетика		
6	Энергосбережение		
7	Электромеханика		
8	Проблемы энергетики		
9	Экология и промышленность России		
10	Электроника		
11	Электротехника		
12	Электрооборудование		
13	Безопасность труда в промышленности		

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть-Интернет), необходимых для освоения дисциплины

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Основы электроники для студентов, радиолюбителей, инженеров, <http://www.sxemotehnika.ru/o-proekte.html>.
2. Электrolаборатория, автор Янсьюкевич В.А., <http://yanvictor.narod.ru/>.
3. Электrolаборатория, <http://yanvictor.narod.ru/index.htm>.

² Для удобства проведения ежегодного обновления перечня основной и дополнительной учебной литературы рекомендуется размещать раздел 7 на отдельном листе, с обязательной отметкой в Учебной библиотеке.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- кабинет курсового и дипломного проектирования, оснащенный персональными компьютерами с выходом в интернет (А511);
- учебная аудитория, оснащенная ноутбуком, мультимедийным проектором и экраном (А510);
- стенды учебной лаборатории «Электротехника и электроника» (А508 УАК).

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

- модульная объектно-ориентированная динамическая учебная среда «Moodle».

