

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
Профиль «Промышленная электроника»  
РПД Б1.В.11 «Схемотехника импульсных устройств»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
по учебно-методической работе  
филиала ФГБОУ ВО  
«ННУ «МЭИ» в г. Смоленске  
В.В. Рожков  
« 20 21 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Схемотехника импульсных устройств**  
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**

Профиль: **«Промышленная электроника»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года 11 месяцев**

Форма обучения: **заочная**

Год набора: **2022**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России от «19» сентября 2017 г. № 927

**Программу составил:**

доцент

«Электроники и микропроцессорной техники»

канд. техн. наук, доцент

Амелин Сергей Александрович

ФИО

«28» сентября 2021 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроники и микропроцессорной техники»

«29» сентября 2021 г., протокол № 1

**Заведующий кафедрой «Электроники и микропроцессорной техники»:**

подпись

Якименко Игорь Владимирович

ФИО

«08» октября 2021 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе с ЛОВЗ и инвалидами**

подпись

Зуева Елена Владимировна

ФИО

«08» октября 2021 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью** является подготовка обучающихся к проектно-конструкторской деятельности по направлению бакалавриата 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачи:** изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Схемотехника импульсных устройств» относится к вариативной части программы.

Перечень дисциплин, знания, умения и навыки, которых формируются параллельно с данной дисциплиной: Б1.В.08 «Основы научных исследований».

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной: Б1.В.17 «Импульсные источники электропитания», Б1.В.ДВ.05.01 «Средства передачи информации», Б1.В.ДВ.05.02 «Схемотехника сопряжения информационных сетей», Б2.В.04(Пд) «Преддипломная практика», Б3.01 «Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы».

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-4 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-4.1 Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<i>Знает:</i> Как осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов импульсных устройств стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам <i>Умеет:</i> Осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов импульсных устройств стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам <i>Владеет:</i> Методами контроля соответствия разрабатываемых проектов импульсных устройств стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
	ПК-4.2 Осуществляет контроль соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	<i>Знает:</i> Как осуществлять контроль соответствия разрабатываемой технической документации на импульсные устройства стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам <i>Умеет:</i> Осуществлять контроль соответ-

		<p><i>ствия разрабатываемой технической документации на импульсные устройства стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</i></p> <p><i>Владеет: Методами осуществлять контроля соответствия разрабатываемой технической документации на импульсные устройства стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</i></p>
--	--	--

Направление подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»  
 Профиль «Промышленная электроника»  
 РПД Б1.В.11 «Схемотехника импульсных устройств»



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

Индекс	Наименование	Форма контроля							з.е.			Итого акад. часов					Курс 4									
		Экзамен	Зачет	Зачет с оц.	КР	Контр.	Реферат	РГР	Экспертное	Факт.	Часов в з.е.	Экспертное	По плану	Контакт. часы	СР	Контроль	Сессия 3									
																	з.е. на курсе	Итого	Лек.	Лаб.	ПР	КРП	СР	Контроль	Формы контр.	
Б1.В.11	Схемотехника импульсных устройств	4			4				6	6	36	216	216	20	187	9	6	216	8	8		4	187	9	эр	

##### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз — экзамен;

ЗаО — зачет с оценкой;

За — зачет;

##### Виды работ:

Контакт. — контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек. — лекционные занятия;

Лаб. — лабораторные работы;

Пр. — практические занятия;

КРП — курсовая работа (курсовой проект);

РГР — расчетно-графическая работа (реферат);

СР — самостоятельная работа студентов;

з.е. — объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание										
1	Лекционные занятия 4 шт. по 2 часа (8 час.): 1.1 Общие сведения о нелинейных и импульсных устройствах. Параметры электрического импульса. 1.2 Основные функциональные узлы нелинейных устройств. Ключ, компаратор, триггер Шмитта. ограничители сигналов. Их особенности применения в импульсных цепях. 1.3. Аналоговый ключ, общие сведения. Основные параметры аналоговых ключей. Функциональная схема ключа. Реализация ключа на биполярном транзисторе. Переходные процессы в транзисторных ключах. Насыщенные и ненасыщенные ключи. 1.4. Силовые ключи на полевых (МДП) транзисторах. Их основные параметры и характеристики. Этапы переключения ключа на МДП-транзисторе. Ключи на биполярном транзисторе с изолированным затвором.										
2	Лабораторные работы 2 шт. по 4 часа (8 час.): 2.1. Исследование параметров и характеристик насыщенного и ненасыщенного транзисторного ключа. 2.2. Исследование параметров и характеристик ключей на МДП-транзисторах.										
3	Курсовая работа «Разработка генератора импульсов».										
4	Самостоятельная работа студентов: <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;"></td> <td style="text-align: right; width: 20%;">час.</td> </tr> <tr> <td>4.1 Изучение материалов лекций</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>4.2 Подготовка к лабораторным работам</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>4.3 Курсовая работа</td> <td style="text-align: right;">60</td> </tr> <tr> <td>4.4 Самостоятельное изучение материалов дисциплины</td> <td style="text-align: right;">111</td> </tr> </table> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паразитные параметры МОП-транзистора и их влияние на процессы переключения. Особенности переключения ключей на БТИЗ (IGBT).</li> <li>2. Выходные каскады цифровых микросхем. Основные требования, предъявляемые к драйверам силовых ключей. Типовая структура драйверов силовых ключей. Цепи защиты силовых ключей.</li> <li>3. Особенности SPICE-моделей ключевых МОП-транзисторов. Классическая модель. Модель короткоканального транзистора.</li> <li>4. Область безопасной работы и формирование траектории переключения транзисторного ключа</li> <li>5. Аналоговый ключ на комплементарных МОП-транзисторах. Структура интегрального КМОП ключ. Особенности использования интегральных КМОП ключей. Параметры и характеристики интегральных аналоговых коммутаторов.</li> <li>6. Время-импульсные преобразователи. Измерение электрических величин с помощью время-импульсных преобразователей.</li> <li>7. Переключатели тока. Область применения. Особенности использования. Основные причины повышенного быстродействия.</li> <li>8. Нелинейный режим работы операционного усилителя (ОУ). Компаратор на ОУ. Компаратор с гистерезисом (триггер Шмитта). Особенности схемотехники интегральных компараторов</li> <li>9. Принципы формирования импульсов заданной длительности. Общие сведения о релаксационных устройствах. Генератор периодической последовательности импульсов на основе триггера Шмитта.</li> <li>10. Общие принципы построения одновибраторов. Одновибраторы (ждущие мультивибраторы) на основе ОУ. Одновибраторы (ждущие мультивибраторы) на основе интегрального таймера.</li> <li>11. Модуляция. Разновидности модуляторов. Основные типы время-импульсных модуляторов. Общие принципы построения время-импульсных</li> </ol>		час.	4.1 Изучение материалов лекций	8	4.2 Подготовка к лабораторным работам	8	4.3 Курсовая работа	60	4.4 Самостоятельное изучение материалов дисциплины	111
	час.										
4.1 Изучение материалов лекций	8										
4.2 Подготовка к лабораторным работам	8										
4.3 Курсовая работа	60										
4.4 Самостоятельное изучение материалов дисциплины	111										

	модуляторов. 12. Интегральный таймер. Функциональная схема интегрального таймера. Схемы генераторов, одновибраторов и модуляторов на основе интегрального таймера. 13. Проблемы формирования стабильных импульсов большой длительности. Функциональная схема формирователя импульсов большой длительности и варианты ее реализации на основе цифровых интегральных микросхем. 14. Общие сведения о микросхемах одновибраторов АГ1 и АГ3. Внутренняя структура микросхемы АГ1. Варианты включения микросхем одновибраторов АГ1 и АГ3. 15. Использование частотно-зависимой обратной связи для формирования АЧХ усилителя. Избирательные НЧ усилители. 16. RC автогенераторы синусоидальных колебаний. Условие возникновения колебаний в генераторах. Основные типы RC-автогенераторов. Стабилизация амплитуды формируемого сигнала.		187
	<b>Всего:</b>		<b>9</b>
	4.5. Подготовка к экзамену		9

**Текущий контроль:** Письменный контрольный опрос по изученному теоретическому материалу и полученным практическим навыкам проводится на практических и лабораторных занятиях.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Лекции	Интерактивная лекция (лекция-визуализация). Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине.
2.	Лабораторная работа	Технология выполнения лабораторных заданий индивидуально. Технология выполнения лабораторных заданий в малой группе (в бригаде). Допуск к лабораторной работе.
3.	Консультации по курсовой работе (курсовому проекту)	Индивидуальные и групповые консультации.
4.	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине).
5.	Контроль (промежуточная аттестация: зачет или экзамен)	Технология устного опроса.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине — экзамен.

Перечень вопросов к экзамену

1. Общие сведения об импульсных процессах и устройствах. Параметры электрического импульса.
2. Аналоговый ключ. Общие сведения. Источники погрешностей при коммутации сигналов.
3. Структурные схемы управляемых ключей. Паразитные параметры ключа. Потери при коммутации. Основные требования к ключевым схемам.
4. Насыщенный транзисторный ключ по схеме с ОЭ, токи коллектора и базы, степень насыщения, зависимость остаточного напряжения от степени насыщения.
5. Переходные процессы в насыщенном транзисторном ключе. Основные стадии в процессе переключения.
6. Ненасыщенные ключи. Ненасыщенные ключи с транзистором Шоттки.
7. Силовые ключи на полевых (МДП) транзисторах.
8. Интегральные аналоговые коммутаторы.
9. Компаратор. Триггер Шмитта. Отличие алгоритма работы компаратора и триггера Шмитта. Применения триггера Шмитта.
10. Нелинейный режим работы ОУ. Компаратор на ОУ. Триггер Шмитта на ОУ.
11. Специализированные микросхемы компараторов. Упрощенная структура компаратора К554СА3. Примеры подключения компаратора К554СА3 (структурно).
12. Принципы формирования импульсов заданной длительности.
13. Времязадающие RC-цепи.
14. Общие сведения о релаксационных устройствах. Генератор импульсов с триггером Шмитта. Генератор импульсов на компараторах Генератор импульсов с источниками тока.
15. Автоколебательный мультивибратор на ОУ. Мультивибратор на ОУ со стабильной амплитудой выходного напряжения.
16. Ждущие мультивибраторы (одновибраторы) на ОУ.
17. Интегральный таймер. Внутренняя структура. Основные параметры.
18. Автоколебательный мультивибратор на таймере.
19. Основные сведения об избирательных усилителях. Основные параметры избирательных усилителей.
20. Структурная схема избирательного усилителя и варианты его построения.
21. Структура RC-автогенератора. Условие возникновения колебаний.
22. Генератор с мостом Вина. Структурная схема. Критический коэффициент усиления. Простейшая практическая схема.
23. RC-генератор с поворотом фазового угла на 180 электрических градусов. Критический коэффициент усиления. Практическая схема автогенератора.
24. Фазовращатель на ОУ.
25. Генератор с фазовращателем на ОУ.
26. Проблемы формирования стабильных импульсов большой длительности. Функциональная схема формирователя импульсов большой длительности.
27. Общие сведения о микросхемах одновибраторов АГ1, АГ3.
28. Варианты включения микросхемы К155АГ1. Длительность формируемого импульса. Организация запуска одновибратора по фронту и срезу управляющего импульса.

*Контрольные вопросы по дисциплине*

1. Перечислить основные требования, предъявляемые к ключевым элементам.



2. Какие полупроводниковые приборы можно использовать в качестве ключей?
3. Какие схемы включения биполярного транзистора (ОБ, ОЭ, ОК) используются в качестве ключей?
4. Почему в силовых схемах стараются использовать ключи с малым остаточным напряжением?
5. Каково типовое значение остаточного напряжения, если транзистор в ключе находится в насыщенном режиме?
6. Каково типовое значение остаточного напряжения, если транзистор в ключе находится в ненасыщенном режиме (на границе насыщения)?
7. Перечислить достоинства транзисторного ключа, собранного по схеме с общим эмиттером.
8. Чем чаще всего управляют транзистором ключом: источником тока или источником напряжения?
9. Как смещены рп-переходы в насыщенном транзисторном ключе?
10. Как смещены рп-переходы в открытом ненасыщенном ключе?
11. Как смещены рп-переходы в закрытом ключе?
12. Что такое степень насыщения насыщенного ключа?
13. Какое значение степени насыщения выбирают в транзисторном ключе для получения оптимальных характеристик?
14. Нарисовать график зависимости остаточного напряжения на открытом насыщенном ключе от величины бока базы.
15. Пусть напряжение питания  $E_n=10\text{В}$ , сопротивление нагрузки  $R_n=10\text{ Ом}$ , коэффициент передачи тока транзистора  $\beta=100$ . Какой ток  $I_b$  необходимо задавать в базу этого транзистора, чтобы получить насыщенный транзисторный ключ?
16. Перечислить стадии переключения насыщенного транзисторного ключа.
17. Перечислить стадии переключения ненасыщенного транзисторного ключа.
18. Чем определяется длительность стадии задержки при переключении транзисторного ключа?
19. Чем определяется длительность стадии рассасывания при переключении насыщенного транзисторного ключа?
20. В насыщенном ключе увеличился ток базы. Как изменилась длительность стадии рассасывания?
21. Почему во время стадии рассасывания коллекторный ток транзистора практически не меняется, в то время, как базовый ток уже изменил свое направление?
22. Какие процессы обеспечивают протекание запирающего базового тока  $I_{b2}$ ?
23. Почему протекание запирающего базового тока  $I_{b2}$  прекращается в момент завершения формирования стадии заряда?
24. Почему ненащенные ключи более быстродействующие, чем насыщенные?
25. Какой принцип лежит в основе построения схем ненасыщенных ключей, работающих на границе насыщения?
26. Нарисовать практическую схему ненасыщенного ключа, использующую кремниевый диод в цепи ОС.
27. Изложить принцип действия насыщенного ключа с форсирующей емкостью?
28. Чем определяется ток базы  $I_b$  в ключе с форсирующей емкостью в момент подачи фронта и среза входного управляющего импульса?
29. Чем определяется ток базы  $I_b$  в ключе с форсирующей емкостью во время вершины входного управляющего импульса?
30. Интегральный таймер. Назначение, основные параметры.
31. Внутренняя структура интегрального таймера.
32. Назначение выводов интегрального таймера.

33. Принцип действия мультивибратора на интегральном таймере.
34. Цепи заряда и разряда времязадающего конденсатора. Пути протекания тока.
35. Расчет длительности импульса и длительности паузы в стандартной схеме мультивибратора на интегральном таймере.
36. Принцип действия мультивибратора с отдельной регулировкой длительности импульса и паузы.
37. Принцип регулировки скважности импульсов в мультивибраторе на таймере.
38. Принцип действия одновибратора на таймере.
39. Расчет длительности импульса одновибратора на интегральном таймере.
40. Принцип действия частотно-импульсного модулятора на интегральном таймере.
41. Принцип действия широтно-импульсного модулятора на таймере.

### ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

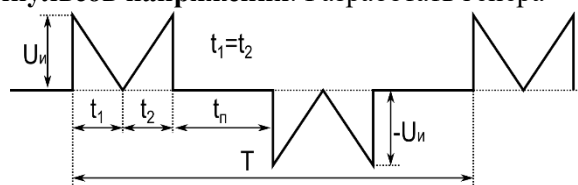
#### «Генератор импульсов»

В качестве технического задания на курсовую работу предлагается проектирование электронной схемы средней степени сложности и ее анализ. Схема рассчитывается инженерными средствами по методикам, рассмотренным в изученных курсах, после чего проводится ее всесторонний анализ средствами систем автоматизированного проектирования. В ходе выполнения работы разрабатывается модель заданного электронного устройства на функциональном уровне и осваивается методика подготовки задания к компьютерному анализу. После отладки и проверки полученных параметров спроектированного устройства строится полная модель (согласно принципиальной схеме) и проводится ее анализ.

Модель устройства строится с использованием как встроенных библиотечных моделей компонентов, так и моделей (макромоделей), создаваемых для анализа работы конкретных функциональных узлов. Проводится компьютерный эксперимент с целью расширения представления о работе схемы. Исследуется номинальный режим работы, а также предельные и аварийные режимы. Путем многовариантного анализа определяются оптимальные параметры схемы. Анализируется поведение схемы при наличии случайного разброса параметров компонентов с помощью метода Монте-Карло. Строятся необходимые временные и частотные диаграммы, зависимости выходных параметров схемы от входных, а также от режима работы

Пример задания:

**Генератор симметричных разнополярных импульсов напряжения.** Разработать генератор треугольных разнополярных импульсов напряжения. Длительность импульса  $t_1$  равна длительности импульса  $t_2$ ,  $t_1=t_2$ . Длительности этих импульсов зависят от внешнего управляющего напряжения  $U_{вх}$  и при изменении этого напряжения от 1 до 5 В длительность импульса  $t_1$  (и, соответственно,  $t_2$ ) должна меняться от 1 мс до 5 мс. Если  $U_{вх} < 1$ , то  $t_1=1$  мс, если  $U_{вх} > 5$  В, то  $t_1=5$  мс (двустороннее ограничение длительности паузы). Длительность паузы фиксирована,  $t_n=5$  мс. Амплитуда импульсов  $U_n=5$  В, сопротивление нагрузки  $R_n=5$  Ом.



В филиале используется система с традиционной шкалой оценок — «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «не зачтено» (далее — пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом принципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено (удовлетворительно)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне — «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляются обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Учебная аудитория для лабораторных работ, выполняемых в компьютерном классе, оснащенная:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- специализированной мебелью; доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети «Интернет» и доступом в ЭИОС филиала.

**Программное обеспечение:** Micro-Cap.

## **8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ**

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

### **для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

### **для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

### **для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Травин, Г. А. Основы схемотехники телекоммуникационных устройств : учебное пособие / Г. А. Травин. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 216 с. — ISBN 978-5-8114-2771-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101849> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Борисенко, А. Л. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Функциональные узлы аналоговых устройств : учебное пособие / А. Л. Борисенко. — Санкт-Петербург : СПбГПУ, 2016. — 127 с. — ISBN 978-5-7422-4979-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/89814> (дата обращения: 31.01.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература**

1. Аверченков О. Е. Схемотехника: аппаратура и программы / О.Е. Аверченков — С.: ДМК пресс, 2012 .— 587 с.: ил (16 экземпляров на абонементе)
2. Григораш О.В., Султанов Г.А., Нормов Д.А. Электротехника и электроника: учебник для вузов — Ростов-н/Д : Феникс ; Краснодар : Неоглори, 2008. — 462 с. : ил. — (8 экземпляров на абонементе)
3. Ямпурин Н. П., Баранова А. В., Обухов В. И. Электроника : учебное пособие для вузов по напр. "Телекоммуникации".— М. : Академия, 2011 .— 236, [2] с. : ил. (8 экземпляров на абонементе).

### Список авторских методических разработок

1. Амелин С.А., конспект лекций «Схемотехника импульсных устройств и генераторов» (150 с.) расположен на сайте кафедры: <https://drive.google.com/file/d/0B3u4J7t3fyZ2VkxmSHBKUWtuLUE/edit?usp=sharing>
2. Амелин С.А. Комплект слайдов к лекциям «Схемотехника импульсных устройств и генераторов» (218 с.) расположен на сайте кафедры: <http://drive.google.com/file/d/0B3u4J7t3fyZ2T0dLZIN0UUZDRmc/edit?usp=sharing>
3. Амелин С.А. Методическое пособие по выполнению курсовой работы «Разработка генератора импульсов сложной формы» по курсу «Схемотехника импульсных устройств» размещена на сайте кафедры: <https://drive.google.com/open?id=1kMZ0ZxmanA81MZIETArrBo4kGX0dh9r>
4. Задание на лабораторные работы и методические указания по их выполнению по дисциплине «Схемотехника импульсных устройств» расположены на сайте кафедры: <https://drive.google.com/drive/folders/1yOicv-KkCWxZc7evkzAQg9-yLnHQ-hNZ?usp=sharing>

Полный комплект авторских методических разработок по дисциплине «Схемотехника импульсных устройств» размещен в облачном хранилище по открытой ссылке:  
<https://drive.google.com/drive/folders/14HpyrJaO4pM6kyI3IQJsIpRAAynCdjH2?usp=sharing>.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Номер измене- ния	Номера страниц				Всего страниц в документе	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего изме- нения в данный экземпляр	Дата внесения изме- нения в данный экземпляр	Дата введения изменения
	изме- ненных	замене- ных	новых	аннулиро- ванных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10