МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МИКРОСХЕМОТЕХНИКА

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2020 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лабораторные занятия	8	8	часов
Курсовой проект	4	4	часов
Самостоятельная работа	148	148	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
		5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	5	
Курсовой проект	5	
Контрольные работы	5	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 66734

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомление с основными направлениями развития современной микроэлектроники.
2. Приобретение знаний по принципам разработки и исследования микроэлектронной аппаратуры различного функционального назначения, включая устройства и системы промышленной электроники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Формирование знаний о предмете, принципах, современных и перспективных направлениях развития микросхемотехники интегральных схем.
2. Формирование знаний о назначении, характеристиках и параметрах цифровых и аналоговых интегральных микросхем.
3. Формирование навыков синтеза, анализа и моделирования микроэлектронной аппаратуры с использованием средств автоматизированного проектирования, а также расчета электрических параметров и характеристик базовых логических элементов и их экспериментального исследования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.01.02.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 66734

ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности	ОПК-3.1. Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства обеспечения информационной безопасности	Знает принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации, а также методы и средства обеспечения информационной безопасности.
	ОПК-3.2. Умеет работать с источниками информации и базами данных, а также решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации	Умеет работать с научно-технической литературой и решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации
	ОПК-3.3. Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате необходимой информации и обеспечения информационной безопасности при решении задач в области профессиональной деятельности	Владеет практическими навыками поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате необходимой информации и обеспечения информационной безопасности при решении задач в области схемотехники цифровых и аналоговых интегральных схем.
Профессиональные компетенции		
ПКР-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПКР-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов.	Знает принципы схемотехники аналоговых интегральных схем.
	ПКР-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов.	Умеет проводить оценочные расчеты характеристик и параметров интегральных схем.
	ПКР-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем.	Владеет навыками подготовки схем электрических принципиальных.

Согласована на портале № 66734

ПКС-3. Готов анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	ПКС-3.1. Знает основные приемы анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Знает основные приемы синтеза, расчета, анализа и систематизации результатов исследований микроэлектронных структур, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.
	ПКС-3.2. Умеет анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Умеет анализировать и систематизировать результаты исследований аналоговых, цифровых и аналого-цифровых микроэлектронных структур, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций
	ПКС-3.3. Владеет навыками анализа и систематизации результатов исследований, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций	Владеет навыками анализа и систематизации результатов исследований микроэлектронных структур, представления материалов в виде научных отчетов, публикаций, презентаций

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	28	28
Лабораторные занятия	8	8
Курсовой проект	4	4
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	14	14
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	148	148
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	89	89
Подготовка к контрольной работе	13	13
Выполнение курсового проекта	34	34
Подготовка к лабораторной работе	6	6
Написание отчета по лабораторной работе	6	6
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в

Согласована на портале № 66734

таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лаб. раб.	Контр. раб.	Курс. пр.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
5 семестр							
1 Предмет микроэлектроники.	-	2	4	1	4	11	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.	-			1	6	7	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники.	-			2	16	18	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
4 Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа.	-			2	12	14	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
5 Цифровые микроэлектронные устройства последовательностного типа.	-			2	33	35	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
6 Запоминающие устройства.	4			1	28	33	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники.	4			3	28	35	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой интегральной микроэлектроники.	-			2	21	23	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
Итого за семестр	8	2	4	14	148	176	
Итого	8	2	4	14	148	176	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Предмет микроэлектроники.	Основные положения микроэлектроники. Процесс проектирования интегральных микросхем. Классификация интегральных микросхем.	1	ОПК-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 66734

2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.	Схемотехнические и конструктивные параметры. Статические характеристики и параметры. Динамические характеристики и параметры. Энергетические характеристики и параметры.	1	ПКР-3, ПКС-3
	Итого	1	
3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники.	Арифметические коды. Функции алгебры логики и их основные свойства. Основные законы алгебры логики. Алгебраические формы представления функций алгебры логики. Минимизация функций алгебры логики.	2	ПКР-3
	Итого	2	
4 Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа.	Основные положения. Логические элементы. Методика синтеза комбинационных устройств. Мультиплексоры и демультиплексоры. Шифраторы и дешифраторы. Сумматоры и вычитатели. Цифровые компараторы. Матричная реализация булевых функций.	2	ПКР-3, ПКС-3
	Итого	2	
5 Цифровые микроэлектронные устройства последовательностного типа.	Основные положения. Триггеры. Регистры. Счетчики и делители частоты.	2	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
	Итого	2	
6 Запоминающие устройства.	Общие положения. Принцип построения ЗУ с произвольным доступом. Особенности построения постоянных ЗУ.	1	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
	Итого	1	
7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники.	Базовые логические элементы транзисторно-транзисторной логики. Базовые логические элементы на комплементарных МДП-транзисторах. Базовый логический элемент истоко-связанной логики на полевых транзисторах с управляющим переходом Шоттки (ПТШ-Ga-As).	3	ПКР-3, ПКС-3
	Итого	3	
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой интегральной микроэлектроники.	Функциональные узлы аналоговых интегральных микросхем. Интегральные операционные усилители и их основные свойства. Характеристики и параметры ОУ.	2	ПКР-3, ПКС-3
	Итого	2	
Итого за семестр		14	
Итого		14	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 66734

5 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
	Итого за семестр	2	
	Итого	2	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
6 Запоминающие устройства.	Синтез синхронного счетчика с заданной последовательностью смены состояний.	4	ПКР-3, ПКС-3
	Итого	4	
7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники.	Усилители и преобразователи сигналов на операционных усилителях	4	ПКР-3, ПКС-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	8	
	Итого	8	

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект)

Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость, а также формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость в рамках выполнения курсового проекта

Содержание самостоятельной работы в рамках выполнения курсового проекта	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр		
Расчет статических параметров и характеристик логических элементов в составе микроэлектронных структур: транзисторно-транзисторной логики, транзисторных логических элементов на переключателях тока, логических элементов на комплементарных МДП-транзисторах.	4	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3
Итого за семестр	4	
Итого	4	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Логический элемент И-НЕ транзисторно-транзисторной логики с повышенной нагрузочной способностью.
2. Адресный дешифратор.
3. Логический элемент ИЛИ-НЕ транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки.
4. Генератор импульсов заданной формы.
5. RS-триггер с прямыми информационными входами и статическим управлением.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Согласована на портале № 66734

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Предмет микроэлектроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	2	ОПК-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Контрольная работа
	Итого	4		
2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	6	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	6		
3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	14	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Контрольная работа
	Итого	16		
4 Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Контрольная работа
	Итого	12		
5 Цифровые микроэлектронные устройства последовательностного типа.	Выполнение курсового проекта	24	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Курсовой проект
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	9	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	33		

Согласована на портале № 66734

6 Запоминающие устройства.	Выполнение курсового проекта	10	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Курсовой проект
	Подготовка к лабораторной работе	2	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	28		
7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники.	Подготовка к лабораторной работе	4	ПКР-3, ПКС-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПКР-3, ПКС-3	Отчет по лабораторной работе
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	18	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Контрольная работа
	Итого	28		
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой интегральной микроэлектроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	18	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	3	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Контрольная работа
	Итого	21		
Итого за семестр		148		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет с оценкой
Итого		152		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лаб. раб.	Курс. пр.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	

Согласована на портале № 66734

ОПК-3	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПКР-3	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, Тестирование
ПКС-3	+	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Легостаев Н.С. Микроэлектроника: учебное пособие / Н.С. Легостаев, К.В. Четвергов. - Томск: Эль Контент, 2013. - 172 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/.

7.2. Дополнительная литература

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и анлогово-цифровых электронных устройств / Г.И. Волович.-4-изд. - Москва: ДМК Пресс, 2018.-636 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/107891 .

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев Н.С., Четвергов К.В. Микроэлектроника: методические указания по изучению дисциплины. - Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР. 2012. - 86 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Н.С. Легостаев, С.Г. Михальченко. - Томск, ФДО, ТУСУР, 2018. - 17 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/.
3. Легостаев Н.С. Микросхемотехника: методические указания по выполнению курсового проекта для обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Н.С. Легостаев. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. - 53 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

Согласована на портале № 66734

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Легостаев Н.С. Микросхемотехника [Электронный ресурс]: электронный курс / Н.С. Легостаев.-Томск: ТУСУР, ФДО, 2013. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными

Согласована на портале № 66734

возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Предмет микроэлектроники.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Характеристики и параметры цифровых интегральных микросхем.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Математический аппарат цифровой микроэлектроники.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 66734

4 Цифровые микроэлектронные устройства комбинационного типа.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Цифровые микроэлектронные устройства последовательностного типа.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Курсовой проект	Примерный перечень тематик курсовых проектов
6 Запоминающие устройства.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
		Курсовой проект	Примерный перечень тематик курсовых проектов
7 Основные схемотехнические структуры цифровой интегральной микроэлектроники.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Основные схемотехнические структуры аналоговой интегральной микроэлектроники.	ОПК-3, ПКР-3, ПКС-3	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 66734

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 66734

1. Указать этап проектирования интегральных микросхем, на котором проверяется правильность функционирования синтезированной структуры.
   а) структурный синтез;
   б) структурный анализ;
   в) схемный синтез;
   г) схемный анализ.
2. Определить коэффициент функциональной интеграции счетчика, содержащего четыре триггера, в структуре каждого из которых выделяется 10 логических элементов И-НЕ.
   а) 1,218;
   б) 1,312;
   в) 1,602;
   г) 1,904.
3. Конъюнкция - это
   а) булева функция, которая принимает единичное значение только на одном логическом наборе значений
   аргументов, а на остальных логических наборах обращается в нуль.
   б) булева функция, которая принимает нулевое значение только на одном логическом наборе значений
   аргументов, а на остальных логических наборах обращается в единицу.
   в) булева функция, которая обращается в нуль только в том случае, когда все аргументы равны нулю, и в единицу
   на всех остальных наборах аргументов.
   г) булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны единице, и в
   нуль на всех остальных наборах аргументов.
4. Запись булевой функции в форме дизъюнкции отдельных членов, каждый из которых, в свою очередь, есть некоторая функция, содержащая только конъюнкции и инверсии, является …
   а) алгебраическим представлением булевой функции в дизъюнктивной форме.
   б) алгебраическим представлением булевой функции в конъюнктивной форме.
   в) дизъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
   г) конъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
5. Определить в вольтах логический перепад, если значение выходного порогового напряжения логической "1" 14,9 В, а значение выходного порогового напряжения логического "0" 0,1 В.
   а) 7,5 В;
   б) 9,3 В;
   в) 14,8 В;
   г) 15,0 В.
6. Определить в вольтах помехозащищенность по уровню логической «1», если уровень напряжения логической "1" 14,9 В, а пороговое напряжение 9,2 В.
   а) 3,4 В;
   б) 5,7 В;
   в) 9,2 В;
   г) 14,9 В.
7. Определить в наносекундах среднее время задержки распространения сигнала, если время задержки распространения сигнала при включении составляет 10 нс, а время задержки распространения сигнала при выключении 12 нс.
   а) 2 нс;
   б) 10 нс;
   в) 11 нс;
   г) 12 нс.
8. Определить в мА средний ток, потребляемый интегральной микросхемой от источника питания, если средняя статическая мощность потребления составляет 100 мВт, а напряжение источника питания 5 В.
   а) 10 мА;
   б) 20 мА;

Согласована на портале № 66734

в) 25 мА;
г) 30 мА.

9. Определить ток коллектора составного p-n-p-транзистора, если ток базы составного транзистора 1 мкА, статический коэффициент передачи тока базы p-n-p-транзистора 30, а статический коэффициент передачи тока базы n-p-n-транзистора 49.
   а) 1200 мкА;
   б) 1500 мкА;
   в) 3000 мкА;
   г) 4900 мкА.
10. Определить коэффициент передачи тока базы транзистора n-p-n-типа составного p-n-p-транзистора. Ток базы составного транзистора 1,2 мкА, ток коллектора составного транзистора 1800 мкА, коэффициент передачи тока базы p-n-p-транзистора в структуре составного 30.
   а) 29;
   б) 31;
   в) 49;
   г) 51.
11. Какую формулу следует использовать при определении коэффициента функциональной интеграции регистра, содержащего четыре триггера, в структуре каждого из которых выделяется 4 логических элементов И-НЕ.
   а) lg4;
   б) 4lg4;
   в) lg16;
   г) 4lg16.
12. Какое функциональное назначение имеет вывод ИМС с меткой вида $\overline{\diamond}$.
   а) открытый вывод (коллектор p-n-p-транзистора, эмиттер n-p-n-транзистора, сток транзистора с каналом p-типа, исток транзистора с каналом n-типа);
   б) открытый вывод (коллектор n-p-n-транзистора, эмиттер p-n-p-транзистора, сток транзистора с каналом n-типа, исток транзистора с каналом p-типа);
   в) вывод с состоянием высокого импеданса;
   г) общий вывод.
13. Какой шифр схемы, входящей в состав конструкторской документации изделия, является шифром схемы электрической принципиальной.
   а) Э1;
   б) Э2;
   в) Э3;
   г) Э4.
14. Какое определение является определением схемы функциональной.
   а) схема, определяющая основные функциональные части изделия, их назначения и взаимосвязи;
   б) схема, разъясняющая определенные процессы, протекающие в отдельных функциональных цепях изделия;
   в) схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними;
   г) схема, показывающая внешние подключения изделия.
15. В каком режиме работают транзисторы переключателя тока в открытом состоянии.
   а) в режиме насыщения;
   б) в нормальном активном режиме;
   в) в инверсном активном режиме;
   г) в режиме отсечки.
16. Какая логическая функция реализуется на выходе элементарного ключа с общим эмиттером.
   а) $y = \underline{x}$;
   б) $y = \overline{x}$;
   в) $y = \underline{x_1 \cdot x_2}$;
   г) $y = \overline{x_1 \cdot x_2}$.

Согласована на портале № 66734

17. Какое значение имеет выходной ток интегрального источника тока, управляемого током, если задающий ток 1 мА , а коэффициент передачи тока базы транзисторов 50.
    а) 0,96 мА;
    б) 1,08 мА;
    в) 1,26 мА;
    г) 1,42 мА.
18. Какое утверждение является правильным для переключателя тока.
    а) переключатель тока является функциональным узлом цифровых интегральных микросхем транзисторно-транзисторной логики;
    б) управление биполярными транзисторами переключателя тока осуществляется напряжением;
    в) управление биполярными транзисторами переключателя тока осуществляется током;
    г) транзисторы переключателя тока в открытом состоянии работают в режиме насыщения.
19. Какое восьмиразрядное слово $x_7x_6x_5x_4x_3x_2x_1x_0$ необходимо подать на информационные входы мультиплексора 8-1 для реализации булевой функции $f=\left(AB\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}\right)$.
    а) 00010100;
    б) 01001000;
    в) 01000101;
    г) 10010000.
20. Какое название имеет булева функция, которая обращается в нуль только в том случае, когда все аргументы равны нулю, и в единицу на всех остальных наборах аргументов.
    а) функция Шеффера;
    б) функция И-НЕ;
    в) функция ИЛИ;
    г) функция сложения по модуля 2.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Функция Пирса - это
   а) булева функция, которая обращается в нуль только в том случае, когда все аргументы равны нулю, и в
   единицу на всех остальных наборах аргументов.
   б) булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны единице,
   и в нуль на всех остальных наборах аргументов.
   в) булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны нулю,
   и в нуль на всех остальных наборах аргументов.
   г) булева функция, которая обращается в единицу только в том случае, когда все аргументы равны нулю,
   и в нуль на всех остальных наборах аргументов.
2. Если каждый член дизъюнктивной нормальной формы булевой функции от L аргументов содержит все L
   аргументов, то такая форма представления является …
   а) дизъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
   б) конъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
   в) совершенной дизъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
   г) совершенной конъюнктивной нормальной формой представления булевой функции.
3. Определить коэффициент функциональной интеграции регистра, содержащего четыре триггера, в структуре
   каждого из которых выделяется 4 логических элементов И-НЕ.
   а) 0,9;
   б) 1,2;
   в) 1,8;
   г) 2,4.

Согласована на портале № 66734

4. Определить помехоустойчивость по уровню логической «1», если напряжение логической единицы 15 В,
   пороговое напряжение 8,1 В, а логический перепад 14,6 В.
   а) 0,29 В;
   б) 0,47 В;
   в) 0,83 В;
   г) 0,94 В.
5. Определить динамическую мощность на частоте переключения 5 МГц, если на частоте переключения 1 МГц
   динамическая мощность составляет 2 мВт.
   а) 5 мВт;
   б) 10 мВт;
   в) 12 мВт;
   г) 15 мВт.
6. Какое восьмиразрядное слово $x_7x_6x_5x_4x_3x_2x_1x_0$ необходимо подать на информационные входы мультиплексора 8-1 для реализации булевой функции $f=\left(AB\overline{C}+\overline{A}\,\overline{B}\right)$.
7. Какой логический перепад имеет интегральная микросхема, если $U^1_{\text{вых.пор}}=14,9\,\text{В}$, $U^0_{\text{вых.пор}}=0,1\text{В}$.
8. Какой результирующий коэффициент передачи тока базы имеет составной n-p-n-транзистор, если ток базы составного транзистора, а ток эмиттера – 2251,5 мкА.
9. Какие уровни сигналов формируются на выходах восьмиразрядного суммирующего двоичного счетчика после поступления на его счетный вход 90 импульсов, если счетчик находился в 175 состоянии.
10. Какая таблица истинности определяет принцип функционирования полного шифратора 8-3.

9.1.3. Примерный перечень тематик курсовых проектов

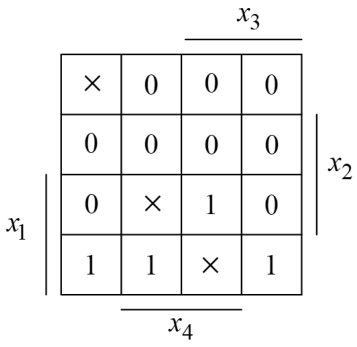
1. Логический элемент И-НЕ транзисторно-транзисторной логики с повышенной нагрузочной способностью.
2. Адресный дешифратор.
3. Логический элемент ИЛИ-НЕ транзисторно-транзисторной логики с диодами Шоттки.
4. Генератор импульсов заданной формы.
5. RS-триггер с прямыми информационными входами и статическим управлением.

9.1.4. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Контрольная работа с автоматизированной проверкой.
Тема “Микросхемотехника”.

1. Какое название имеет булева функция, которая принимает единичное значение только на одном логическом наборе значений аргументов, а на остальных логических наборах обращается в нуль.
   а) конъюнкция;
   б) конституента нуля;
   в) конституента единицы;
   г) дизъюнкция.
2. Какую логическую функцию реализует логический элемент при отрицательной логике, если при положительной логике этот элемент реализует логическую функции «И».
   а) логическую функцию И-НЕ;
   б) логическую функцию ИЛИ;
   в) логическую функцию ИЛИ-НЕ;
   г) логическую функцию НЕ.
3. Какое минимизированное выражение булевой функции соответствует карте Карно.

Согласована на портале № 66734



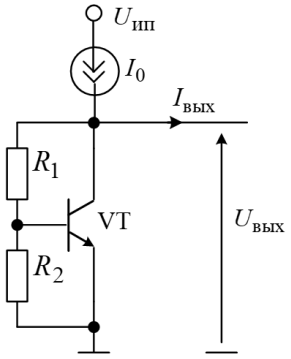
а) $f = \overline{x_1}\,\overline{x_2} + x_1\,\overline{x_4}$;

б) $f = \overline{x_1}\,\overline{x_3} + x_1\,x_4$;

в) $f = x_1\,x_2 + x_1\,x_4$;

г) $f = \overline{x_1}\,x_2 + x_1\,\overline{x_4}$.

4. Какой форме представления соответствует запись булевой функции в виде дизъюнкции отдельных членов, каждый из которых, в свою очередь, есть некоторая функция, содержащая только конъюнкции и инверсии.
   а) алгебраической форме представления булевой функции в дизъюнктивной форме;
   б) алгебраической форме представления булевой функции в конъюнктивной форме;
   в) совершенной дизъюнктивной нормальной форме представления булевой функции;
   г) совершенной конъюнктивной нормальной форме представления булевой функции.
5. Какую формулу следует использовать при определении тока коллектора составного n-p-n-транзистора.
   а) $I_к = \left(1 + \beta_1\right)\left(1 + \beta_2\right) I_б$;
   б) $I_к = \left(1 + \beta_1\right)\beta_2 I_б$;
   в) $I_к = \left[\beta_1 + \left(1 + \beta_1\right)\beta_2\right] I_б$;
   г) $I_к = \left(1 + \beta_1\right) I_б$.
6. Какое напряжение формируется на выходе источника постоянного напряжения, если $R_1 = 7{,}2\,\text{кОм}$, $R_2 = 3{,}6\,\text{кОм}$, а ток базы на порядок меньше тока резистивного делителя.

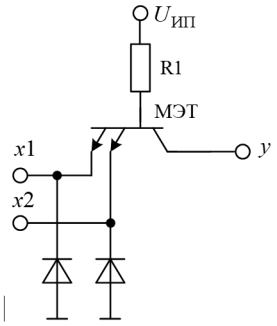


   а) 1,4 В;
   б) 2,1 В;
   в) 2,8 В;
   г) 3,2 В.
7. Какое значение имеет синфазное входное напряжение дифференциального усилителя, на входы которого поданы напряжения $U_{вх1} = -2\,\text{В}$ и $U_{вх2} = 1\,\text{В}$.
   а) плюс 0,5 В;
   б) минус 0,5 В;
   в) плюс 1,0 В;
   г) минус 1,0 В.
8. В каких сериях цифровых интегральных микросхем в качестве функционального узла базового логического элемента используется переключатель тока.
   а) в сериях диодно-транзисторной логики;

Согласована на портале № 66734

б) в сериях транзисторно-транзисторной логики;
в) в сериях эмиттерно-связанной логики;
г) в сериях интегральной инжекционной логики.

9. Какую логическую функцию реализует схема на базе многоэмиттерного транзистора.



а) $y = x1 + x2$;
б) $y = \overline{x1 \cdot x2}$;
в) $y = x1 \cdot x2$;
г) $y = x1 \oplus x2$.

10. Какой логический перепад имеет интегральная микросхема, если $U^{1}_{\text{вых.пор}} = 14{,}9\,\text{В}$, $U^{0}_{\text{вых.пор}} = 0{,}1\text{В}$.

а) 7,45 В;
б) 7,5 В;
в) 14,8 В;
г) 15,0 В.

Контрольная работа.

Тема “Микросхемотехника”.

1. Комбинационная схема, реализующая булеву функцию четырех переменных с использованием мультиплексора.
2. Комбинационная схема, реализующая булеву функцию четырех переменных с использованием дешифратора.
3. Микроэлектронное устройство, обеспечивающее отображение на цифро-буквенных индикаторах число единичных разрядов входного N-разрядного кода.
4. Суммирующий счетчик с коэффициентом пересчета М.
5. Генератор импульсов заданной формы.
6. Делитель частоты в n раз.
7. Комбинационное цифровое устройство, пропускающее на выход каждый n-й импульс входной импульсной последовательности.
8. Вычитающий счетчик с коэффициентом пересчета М.
9. Комбинационное цифровое устройство в базисе И-НЕ.
10. Комбинационное цифровое устройство в базисе ИЛИ-НЕ.

9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Синтез синхронного счетчика с заданной последовательностью смены состояний.
2. Усилители и преобразователи сигналов на операционных усилителях

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно

Согласована на портале № 66734

обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

Согласована на портале № 66734

– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 66734

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 9 от «15» 11 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ТЭО	А.В. Гураков	Согласовано, 4bfa5749-993c-4879-adcf-c25c69321c91
Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Разработано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d

Согласована на портале № 66734