

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ**  
**УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»**  
**(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**

Курс: **5**

Семестр: **9**

Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
4	Всего контактной работы	24	24	часов
5	Самостоятельная работа	111	111	часов
6	Всего (без экзамена)	135	135	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
			4.0	З.Е.

Контрольные работы: 9 семестр - 2

Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

доцент кафедры Радиоэлектроники  
и систем связи (РСС)

\_\_\_\_\_ Д. В. Дубинин

Заведующий обеспечивающей каф.  
РСС

\_\_\_\_\_ А. В. Фатеев

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО

\_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
РСС

\_\_\_\_\_ А. В. Фатеев

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Зеленецкая

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства» вводится с целью знакомства студентов с последними и с перспективными в ближайшем будущем достижениями науки и техники и методами проектирования быстродействующих устройств.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Основными задачами изучаемой дисциплины являются:
- изучение общей теории и потенциальных возможностей быстродействующих устройств;
- овладение принципами и методиками расчета, оптимизации и синтеза устройств пикосекундной техники;
- знакомство с областями применения и перспективными направлениями разработки устройств пикосекундной техники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства» (Б1.В.ОД.15) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Устройства генерирования и формирования сигналов, Устройства приема и обработки сигналов, Устройства сверхвысокой частоты и антенны, Физика, Электродинамика и распространение радиоволн.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;
- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** основы моделирования пикосекундных процессов; - формы оптимальных характеристик быстродействующих устройств и связи между ними; - способы коррекции частотных и переходных характеристик; - основные структуры корректирующих цепей, условия их физической реализуемости; - методы определения основных характеристик объектов, исследуемых с помощью пикосекундных сигналов; - области применения пикосекундных сигналов, устройств и систем с их использованием
- **уметь** применять полученные знания для повышения быстродействия существующих устройств и систем, использующих импульсные сигналы; - проектировать корректирующие и формирующие цепи; - использовать при проектировании новых систем и устройств методы моделирования характеристик, определять рациональные структуры построения устройств и систем пикосекундного диапазона
- **владеть** методами определения потенциальных возможностей быстродействующих устройств; - методами компьютерного моделирования физических процессов в быстродействующих устройствах; - навыками по расчету основных характеристик корректирующих и формирующих цепей; - навыками практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств, - профессиональной терминологией.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		9 семестр
Контактная работа (всего)	24	24
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	12
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	111	111
Подготовка к контрольным работам	8	8
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Подготовка к лабораторным работам	4	4
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	91	91
Всего (без экзамена)	135	135
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Свойства и области применения сигналов субнаносекундных и пикосекундных длительностей	1	0	4	9	10	ПК-1, ПК-6
2 Оптимальные характеристики систем	1	0		11	12	ПК-1, ПК-6
3 Моделирование частотных и переходных характеристик в быстродействующих устройствах пикосекундного диапазона	2	0		10	12	ПК-1, ПК-6
4 Корректирующие цепи быстродействующих устройств	2	4		25	31	ПК-1, ПК-6
5 Исследования с помощью пикосекундных импульсов	2	0		10	12	ПК-1, ПК-6
6 Реализации оптимальных характеристик в пикосекундных устройствах	2	4		25	31	ПК-1, ПК-6
7 Элементы и узлы быстродействующих устройств и систем	1	0		11	12	ПК-1, ПК-6

8 Области применения быстродействующих устройств пикосекундного диапазона	1	0		10	11	ПК-1, ПК-6
Итого за семестр	12	8	4	111	135	
Итого	12	8	4	111	135	

## 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1 Свойства и области применения сигналов субнаносекундных и пикосекундных длительностей	Основные свойства предельно коротких сигналов. Применение пикосекундных сигналов. Исследование объектов с помощью пикосекундных импульсов. Исследование частотных характеристик. Перспективные системы передачи информации. Радиоэлектронные устройства и системы с малым энергопотреблением	1	ПК-1, ПК-6
	Итого	1	
2 Оптимальные характеристики систем	Амплитудно-частотные, фазочастотные и переходные характеристики быстродействующих устройств. Влияние отклонения частотных характеристик на переходные характеристики. Аппроксимация изменений частотных характеристик. Влияние изменения амплитудно-частотной характеристики на форму переходной характеристики. Влияние изменения фазочастотной характеристики на переходную характеристику. Влияние изменения частотной или фазовой характеристики на переходную характеристику в минимально-фазовых цепях	1	ПК-1, ПК-6
	Итого	1	
3 Моделирование частотных и переходных характеристик в быстродействующих устройствах пикосекундного диапазона	Проблемы моделирования переходных процессов. Математические и структурные модели линейных пикосекундных устройств. Моделирование искажения спектра сигнала. Модели корректирующих цепей	2	ПК-1, ПК-6
	Итого	2	
4 Корректирующие цепи быстродействующих	Условия физической реализуемости минимально-фазовых и неминимально-фазовых устройств. Кольцевая корректирующая	2	ПК-1, ПК-6

устройств	щая параллельного типа. Кольцевая корректирующая цепь последовательного типа. Применение отрезков линии передачи для коррекции характеристик. Коррекция переходной характеристики изменением фазовой характеристики. Компенсация неминимально-фазового сдвига. Особенности построений формирователей с линейным преобразованием спектра. Формирователи импульсов заданной длительности и последовательности. Формирование импульсов с помощью коммутируемой разрядной линии		
	Итого	2	
5 Исследования с помощью пикосекундных импульсов	Принцип импульсного зондирования. Стробоскопическое преобразование сигнала. Определение параметров неоднородностей линии передачи. Определение времени задержки через преобразование Гильберта. Селекция объектов по размерам. Поиск малоразмерных объектов. Измерение диэлектрической проницаемости	2	ПК-1, ПК-6
	Итого	2	
6 Реализации оптимальных характеристик в пикосекундных устройствах	Особенности реализации оптимальных характеристик. Реализация неминимально-фазовых передаточных функций в устройствах пикосекундного диапазона. Коррекции переднего фронта устройства. Управление полярностью сигнала. Повышение выходного напряжения в быстродействующих усилителях. Измерение частотных характеристик. Определение формы объектов. Идентификация объектов по импульсным измерениям. Расширение динамического диапазона входных сигналов	2	ПК-1, ПК-6
	Итого	2	
7 Элементы и узлы быстродействующих устройств и систем	Общие требования к элементам. Транзисторы. Полупроводниковые диоды. Интегральные микросхемы. Пассивные элементы. Быстродействующие усилители импульсных сигналов. Атенюаторы и регуляторы коэффициента передачи. Формирователи и генераторы импульсов с пикосекундными фронтами.	1	ПК-1, ПК-6
	Итого	1	
8 Области применения быстродействующих устройств пикосекундного	Исследование объектов с помощью импульсных воздействий пикосекундной длительности. Сверхширокополосные системы связи. Подповерхностная локация. Проблема безопасности в угольной от-	1	ПК-1, ПК-6

диапазона	расли. Нефтегазодобывающая промышленность. Охранные системы. Ядерная физика. Вычислительная техника. Волоконно-оптические системы связи. Акустическая микроскопия		
	Итого	1	
Итого за семестр		12	

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

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

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Предшествующие дисциплины								
1 Математика	+	+	+	+	+			
2 Устройства генерирования и формирования сигналов						+		
3 Устройства приема и обработки сигналов						+		
4 Устройства сверхвысокой частоты и антенны	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Физика	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Электродинамика и распространение радиоволн	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины								
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+	+	+

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

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

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
4 Корректирующие цепи быстродействующих устройств	Коррекция характеристик быстродействующих устройств	4	ПК-1, ПК-6
	Итого	4	
6 Реализации оптимальных характеристик в пикосекундных устройствах	Расчет устройств формирования импульсов	4	ПК-1, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		8	

## 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
9 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПК-1, ПК-6
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-1, ПК-6
Итого		4	

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
9 семестр				
1 Свойства и области применения сигналов субнаносекундных и пикосекундных длительностей	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	9		
2 Оптимальные характеристики систем	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	1		



	Итого	11		
3 Моделирование частотных и переходных характеристик в быстродействующих устройствах пикосекундного диапазона	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	10		
4 Корректирующие цепи быстродействующих устройств	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	18	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	25		
5 Исследования с помощью пикосекундных импульсов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	10		
6 Реализации оптимальных характеристик в пикосекундных устройствах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	18	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	25		
7 Элементы и узлы быстродействующих устройств и систем	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	1		
	Итого	11		
8 Области применения быстродействующих устройств пикосекундного	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	1		

диапазона	Итого	10		
	Выполнение контрольной работы	4	ПК-1, ПК-6	Контрольная работа
Итого за семестр		111		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		120		

**10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)**  
Не предусмотрено РУП.

**11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**  
Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Авдоченко Б. И. Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б. И. Авдоченко — Томск : Эль Контент, 2014. — 168 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Элементы аналоговой схемотехники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Шарыгина Л. И. - 2015. 75 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Авдоченко Б.И. Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства : электронный курс / Б.И. Авдоченко.- Томск: ТУСУР. ФДО. 2014. Доступ из личного кабинета студента.

2. Авдоченко Б.И. Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2014. — 119 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).

3. Авдоченко Б. И. Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Б. И. Авдоченко. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 07.09.2018).

#### **12.3.2. 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:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;

- в печатной форме.

#### **12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных и информационно-справочные системы, к которым у ТУСУРа есть доступ <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazydannyh>

### **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

#### **13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

##### **13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

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

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

##### **13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Кабинет для самостоятельной работы студентов  
учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

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

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- Microsoft Windows
- OpenOffice

##### **13.1.3. 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными 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 зрениями** 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.

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### **14.1.1. Тестовые задания**

1. Почему передача больших объемов информации требует использования сигналов малой длительности?

- 1) При малой длительности сигналов требуется меньше мощности.
- 2) Сигналы малой длительности имеют широкий спектр.
- 3) Сигналы малой длительности имеют малую протяженность в пространстве.
- 4) Короткие сигналы обеспечивают лучшее отношение сигнал/шум.

2. Какое свойство субнаносекундного зондирующего сигнала позволяет изучать внутреннюю структуру объектов?

- 1) Сверхширокий спектр сигнала.
- 2) Большая импульсная мощность
- 3) Большая скважность сигнала.
- 4) Малая пространственная протяженность сигнала

3. Укажите преимущества определения S-параметров элементов импульсным методом?

- 1) Быстрое измерение параметров.
- 2) Высокая точность измерения.
- 3) Высокое отношение сигнал/шум.
- 4) Возможность исключения неоднородности измерительного тракта.

4. Укажите недостатки определения S-параметров элементов импульсным методом?

- 1) Влияние неоднородности измерительного тракта на результаты измерений.
- 2) Большое время измерений.
- 3) Увеличение погрешности измерений на верхних частотах.
- 4) Высокая стоимость аппаратуры.

5. Мощные зондирующие импульсы от маломощных источников питания удается получить благодаря:

- 1) малой длительности субнаносекундных импульсов;
- 2) большой скважности импульсов;
- 3) малой спектральной плотности.
- 4) Мощные импульсы от маломощных источников получить невозможно.

6. Какое свойство импульсных сигналов используется для скрытной передачи информации?

- 1) Малая протяженность импульса в пространстве.
- 2) Малая длительность импульсов.
- 3) Малая спектральная плотность импульса.
- 4) Кодирование передаваемого сообщения.

7. Какие свойства пикосекундных сигналов позволяют выделить их в отдельный класс?

- 1) Короткая длительность сигналов.
- 2) Сверхширокий спектр частот.
- 3) Малая потребляемая мощность.
- 4) Сопоставимость времени задержки с длительностью сигналов.

8. Укажите причину, по которой для передачи информации с помощью коротких сигналов требуется меньше энергии.

- 1) Малая спектральная плотность.
- 2) Большая широкополосность.
- 3) Большая скважность импульсов.
- 4) Отсутствие зависимости энергии от длительности.

9. Проектирование быстродействующих устройств является сложной задачей:

- 1) из-за сверхширокой полосы используемых сигналов.
- 2) из-за отсутствия эквивалентных схем элементов.
- 3) из-за сложности эквивалентных схем.
- 4) из-за нелинейности частотных характеристик.

10. Что описывает дробно-рациональная передаточная функция?

- 1) Динамические характеристики устройства.
- 2) Частотные характеристики устройства.
- 3) Временные характеристики устройства.
- 4) Структуру устройства.

11. Субнаносекундные зондирующие импульсы используются в подповерхностных локаторах благодаря:

- 1) высокому пространственному разрешению.

- 2) высокой проникающей способности.
- 3) высокой помехозащищенности.
- 4) малому энергопотреблению.

12. Укажите причины высокой проникающей способности коротких импульсов.

- 1) Малое поглощение в природной среде.
- 2) Высокая мощность коротких импульсов.
- 3) Сверхширокий спектр.
- 4) Повышенное отношение сигнал/шум.

13. Укажите ширину спектра субнаносекундных импульсов.

- 1) До сотен мегагерц.
- 2) До единиц гигагерц.
- 3) До десятков гигагерц.
- 4) Более десятков гигагерц.

14. Укажите свойство субнаносекундных сигналов, обуславливающее их использование при исследованиях нестационарных объектов.

- 1) Короткая длительность сигналов.
- 2) Сверхширокий спектр частот.
- 3) Малая потребляемая мощность.
- 4) Сопоставимость времени задержки с длительностью сигналов.

15. Почему устройства связи с помощью сверхширокополосных сигналов не мешают работе обычных систем связи?

- 1) Из-за разных спектральных диапазонов.
- 2) Работают на разных частотах.
- 3) Из-за малой спектральной плотности.
- 4) Из-за разных видов модуляции.

16. На какие параметры переходной характеристики влияет форма АЧХ минимально-фазовой цепи в области нижних частот?

- 1) На величину спада вершины импульса.
- 2) На время установления переходной характеристики.
- 3) На время нарастания переднего фронта.
- 4) На длительность импульса.

17. При каскадном соединении одинаковых устройств с оптимальными формами переходных характеристик выброс переднего фронта не изменяется за счет сохранения:

- 1) прямоугольной формы АЧХ.
- 2) прямоугольной формы ФЧХ.
- 3) линейности ФЧХ.
- 4) прямоугольной формы АЧХ и линейной ФЧХ.

18. Минимальное время нарастания при оптимальной форме ПХ обеспечивается за счет:

- 1) выбросов на переходной характеристике.
- 2) максимальной крутизны переднего фронта.
- 3) максимальной протяженности линейного участка переднего фронта.
- 4) расширения полосы пропускания в области верхних частот.

19. Реализация оптимальных характеристик возможна только при использовании неминимально-фазовых цепей:

- 1) Из-за невозможности получения прямоугольной формы АЧХ в минимально-фазовой цепи.

- 2) Из-за невозможности получения линейной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.
- 3) Из-за нелинейной ФЧХ при прямоугольной ФЧХ в минимально-фазовой цепи.
- 4) Из-за невозможности выполнения условия физической реализуемости.

20. Какими свойствами обладает единичная дискретная функция?

- 1) Нормирует модули коэффициента передачи.
- 2) Нормирует модули переходной характеристики.
- 3) Нормирует временные характеристики.
- 4) Дискретизирует значения переходной характеристики во времени.

#### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Переходная характеристика – это:

- 1) Реакция устройства на единичный перепад напряжения.
- 2) Зависимость коэффициента передачи устройства от времени.
- 3) Зависимость коэффициента передачи устройства от задержки.
- 4) Описание колебательного процесса в устройстве.

2. Что описывает время установления устройства?

- 1) Интервал времени между двумя максимумами переходной характеристики.
- 2) Промежуток времени от подачи входного сигнала до первого максимума.
- 3) Промежуток времени от уровня 0,1 до 0,9 установившегося значения.
- 4) Промежуток времени от подачи входного сигнала до уровня 0,95 от установившегося значения.

чения.

3. Как на переходную характеристику повлияет подъем АЧХ минимально-фазовой цепи в области верхних частот?

- 1) Увеличится спад вершины импульса.
- 2) Уменьшится спад вершины импульса.
- 3) Увеличится время нарастания переднего фронта.
- 4) Увеличится выброс переходной характеристики.

4. Как на переходную характеристику повлияет спад АЧХ минимально-фазовой цепи в области нижних частот?

- 1) Увеличится спад вершины импульса.
- 2) Уменьшится спад вершины импульса.
- 3) Увеличится время нарастания переднего фронта.
- 4) Увеличится выброс переходной характеристики.

5. Для чего необходимо знать оптимальные формы характеристик (АЧХ, ФЧХ, ПХ)?

- 1) Для изучения возможных форм АЧХ, ФЧХ, ПХ.
- 2) Для исследования связи между характеристиками.
- 3) Для проектирования устройств с предельным быстродействием.
- 4) Для проверки условия физической реализуемости.

6. При спаде АЧХ в области верхних частот:

- 1) Увеличивается величина выброса переходной характеристики.
- 2) Уменьшается величина выброса переходной характеристики.
- 3) Увеличивается спад вершины импульса.
- 4) Увеличивается время нарастания переходной характеристики.

7. Величина разделительной емкости в корректирующей цепи влияет:

- 1) на длительность импульса.
- 2) на длительность переходного процесса.
- 3) на длительность переднего фронта.
- 4) на спад вершины импульса.

8. При подъеме АЧХ в области нижних частот:

- 1) Увеличивается величина выброса переходной характеристики.
- 2) Уменьшается величина выброса переходной характеристики.
- 3) Увеличивается спад вершины импульса.
- 4) Уменьшается спад вершины импульса.

9. Минимальное время нарастания при оптимальной форме ПХ обеспечивается за счет:

- 1) выбросов на переходной характеристике.
  - 2) максимальной крутизны переднего фронта.
  - 3) максимальной протяженности линейного участка переднего фронта.
  - 4) расширения полосы пропускания в области верхних частот.
10. Почему для получения оптимальных характеристик необходимо применение неминимально-фазовых цепей?
- 1) Из-за невозможности выполнения условия физической реализуемости.
  - 2) Из-за невозможности получения прямоугольной формы АЧХ в минимально-фазовой цепи.
  - 3) Из-за необходимости получения линейной ФЧХ.
  - 4) Для получения задержек в корректирующей цепи.
11. Ряд Фурье при моделировании используется:
- 1) для снижения порядка передаточной функции.
  - 2) для разложения характеристик устройства на элементарные составляющие.
  - 3) для исследования неминимально-фазовых характеристик.
  - 4) для сравнения быстродействия устройств с различными характеристиками.
12. Почему при многоканальном прохождении сигнала искажается его спектр?
- 1) Из-за изменения амплитуды спектральных составляющих.
  - 2) Из-за изменения фазы спектральных составляющих.
  - 3) Из-за изменения задержек спектральных составляющих.
  - 4) Из-за векторного сложения спектральных составляющих.
13. Модель корректирующей цепи описывает:
- 1) задержки сигнала в модели.
  - 2) изменения в ФЧХ.
  - 3) изменения между исходной и проектируемой характеристиками.
  - 4) изменения амплитуды спектральных составляющих.
14. Для чего при моделировании используются ортогональные функции?
- 1) Для исключения взаимного влияния элементов модели.
  - 2) Для улучшения наглядности модели.
  - 3) Для упрощения модели.
  - 4) Для уменьшения количества элементов модели.
15. Зачем в корректирующих цепях используются линии задержки?
- 1) Для изменения величины отклонений в переходной характеристике.
  - 2) Для аппроксимации фазочастотной характеристики
  - 3) Для выбора момента изменений переходной характеристики.
  - 4) Для ограничения верхней граничной частоты.
16. Для чего в модели устройства введены коэффициенты передачи?
- 1) Для изменения величины отклонений в переходной характеристике.
  - 2) Для описания формы переходной характеристики.
  - 3) Для описания амплитуд гармонических составляющих сигналов.
  - 4) Для описания искажения сигналов.
17. Укажите причину изменения спектра сигнала в многоканальной модели.
- 1) Векторное сложение каждой спектральной составляющей на выходе каналов.
  - 2) Сложение модулей спектральных составляющих.
  - 3) Искажение спектра.
  - 4) Сложение фазовых задержек.
18. Условие причинности означает:
- 1) что задержки в переходной характеристике вызваны изменениями фазовой характеристики.
  - 2) что минимально-фазовые характеристики физически нереализуемы.
  - 3) что сигнал на выходе не может появиться раньше входного.
  - 4) что необходимо введение в схему устройства дополнительной задержки.
19. При выполнении критерия Пэйли – Винера устройство имеет:
- 1) линейную фазовую характеристику.



- 2) крутой спад АЧХ.
  - 3) монотонную переходную характеристику.
  - 4) выброс на переходной характеристике.
20. Условие абсолютной интегрируемости означает:
- 1) Что интегрируемая функция не имеет точек разрыва.
  - 2) Что интегрируемая функция монотонна.
  - 3) Что площадь функции ограничена.
  - 4) Что частотные и переходная характеристика связаны однозначно.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Контрольная работа № 1 Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства  
 Действие корректирующей цепи на частотную характеристику описывается выражением:  
 $K(\omega) = a_1 \cos(\omega t) + a_2 \cos(2\omega t) + a_3 \cos(3\omega t)$ .

Составьте принципиальную схему параллельной корректирующей цепи и определите значения элементов схемы. Нарисуйте график изменения переходной характеристики. Варианты задания приведены ниже. Обозначения в таблице:  $R_g$  и  $R_n$  - сопротивление генератора и нагрузки;  $\omega_b$  - верхняя граничная частота, необходимая для денормировки,  $t_{фр}$  - длительность фронта входного сигнала,  $\epsilon$  - диэлектрическая проницаемость.

- Вариант 1.  $a_1 = 0,1$ ;  $a_2 = 0,05$ ;  $a_3 = -0,08$ ;  $R_g = R_n = 50 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 1 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 100 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 2$ .
- Вариант 2.  $a_1 = -0,1$ ;  $a_2 = -0,05$ ;  $a_3 = 0,03$ ;  $R_g = R_n = 75 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 2 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 150 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 3$ .
- Вариант 3.  $a_1 = 0,05$ ;  $a_2 = 0,07$ ;  $a_3 = -0,06$ ;  $R_g = R_n = 100 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 3 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 70 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 4$ .
- Вариант 4.  $a_1 = -0,05$ ;  $a_2 = -0,07$ ;  $a_3 = 0,1$ ;  $R_g = R_n = 200 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 4 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 80 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 6$ .
- Вариант 5.  $a_1 = 0,07$ ;  $a_2 = 0,05$ ;  $a_3 = -0,1$ ;  $R_g = R_n = 250 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 5 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 120 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 7$ .
- Вариант 6.  $a_1 = -0,07$ ;  $a_2 = -0,06$ ;  $a_3 = 0,05$ ;  $R_g = R_n = 25 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 1 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 200 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 8$ .
- Вариант 7.  $a_1 = 0,06$ ;  $a_2 = 0,08$ ;  $a_3 = -0,05$ ;  $R_g = R_n = 50 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 2 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 100 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 9$ .
- Вариант 8.  $a_1 = -0,06$ ;  $a_2 = -0,08$ ;  $a_3 = -0,08$ ;  $R_g = R_n = 75 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 3 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 150 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 2$ .
- Вариант 9.  $a_1 = 0,08$ ;  $a_2 = 0,03$ ;  $a_3 = 0,03$ ;  $R_g = R_n = 100 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 4 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 70 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 3$ .
- Вариант 10.  $a_1 = 0,1$ ;  $a_2 = 0,1$ ;  $a_3 = 0,1$ ;  $R_g = R_n = 75 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 2 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 80 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 4$ .
- Вариант 11.  $a_1 = -0,08$ ;  $a_2 = -0,06$ ;  $a_3 = -0,06$ ;  $R_g = R_n = 200 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 5 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 120 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 6$ .
- Вариант 12.  $a_1 = 0,03$ ;  $a_2 = 0,1$ ;  $a_3 = 0,1$ ;  $R_g = R_n = 250 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 1 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 200 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 7$ .
- Вариант 13.  $a_1 = -0,03$ ;  $a_2 = -0,1$ ;  $a_3 = -0,1$ ;  $R_g = R_n = 25 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 2 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 100 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 8$ .
- Вариант 14.  $a_1 = 0,04$ ;  $a_2 = 0,05$ ;  $a_3 = 0,05$ ;  $R_g = R_n = 50 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 3 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 150 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 9$ .
- Вариант 15.  $a_1 = -0,04$ ;  $a_2 = -0,05$ ;  $a_3 = -0,05$ ;  $R_g = R_n = 75 \text{ Ом}$ ;  $\omega_b = 4 \text{ ГГц}$ ;  $t_{фр} = 70 \text{ пс}$ ;  $\epsilon = 2$ .

Контрольная работа № 2 Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства

1. Переходная характеристика – это:

- 1) Реакция устройства на единичный перепад напряжения.
- 2) Зависимость коэффициента передачи устройства от времени.
- 3) Зависимость коэффициента передачи устройства от задержки.
- 4) Описание колебательного процесса в устройстве.

2. Что описывает время установления устройства?

- 1) Интервал времени между двумя максимумами переходной характеристики.
- 2) Промежуток времени от подачи входного сигнала до первого максимума.
- 3) Промежуток времени от уровня 0,1 до 0,9 установившегося значения.
- 4) Промежуток времени от подачи входного сигнала до уровня 0,95 от установившегося значения.

3. Как на переходную характеристику повлияет подъем АЧХ минимально-фазовой цепи в области верхних частот?

- 1) Увеличится спад вершины импульса.
- 2) Уменьшится спад вершины импульса.
- 3) Увеличится время нарастания переднего фронта.
- 4) Увеличится выброс переходной характеристики.

4. Как на переходную характеристику повлияет спад АЧХ минимально-фазовой цепи в области нижних частот?

- 1) Увеличится спад вершины импульса.
- 2) Уменьшится спад вершины импульса.

- 3) Увеличится время нарастания переднего фронта.
- 4) Увеличится выброс переходной характеристики.
5. Для чего необходимо знать оптимальные формы характеристик (АЧХ, ФЧХ, ПХ)?
  - 1) Для изучения возможных форм АЧХ, ФЧХ, ПХ.
  - 2) Для исследования связи между характеристиками.
  - 3) Для проектирования устройств с предельным быстродействием.
  - 4) Для проверки условия физической реализуемости.
6. При спаде АЧХ в области верхних частот:
  - 1) Увеличивается величина выброса переходной характеристики.
  - 2) Уменьшается величина выброса переходной характеристики.
  - 3) Увеличивается спад вершины импульса.
  - 4) Увеличивается время нарастания переходной характеристики.
7. Величина разделительной емкости в корректирующей цепи влияет:
  - 1) на длительность импульса.
  - 2) на длительность переходного процесса.
  - 3) на длительность переднего фронта.
  - 4) на спад вершины импульса.
8. При подъеме АЧХ в области нижних частот:
  - 1) Увеличивается величина выброса переходной характеристики.
  - 2) Уменьшается величина выброса переходной характеристики.
  - 3) Увеличивается спад вершины импульса.
  - 4) Уменьшается спад вершины импульса.
9. Минимальное время нарастания при оптимальной форме ПХ обеспечивается за счет:
  - 1) выбросов на переходной характеристике.
  - 2) максимальной крутизны переднего фронта.
  - 3) максимальной протяженности линейного участка переднего фронта.
  - 4) расширения полосы пропускания в области верхних частот.
10. Почему для получения оптимальных характеристик необходимо применение неминимально-фазовых цепей?
  - 1) Из-за невозможности выполнения условия физической реализуемости.
  - 2) Из-за невозможности получения прямоугольной формы АЧХ в минимально-фазовой цепи.
  - 3) Из-за необходимости получения линейной ФЧХ.
  - 4) Для получения задержек в корректирующей цепи.

#### **14.1.4. Темы лабораторных работ**

Коррекция характеристик быстродействующих устройств  
Расчет устройств формирования импульсов

#### **14.1.5. 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 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 необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию

с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### **14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **14.3. 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;
- 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.