

Программа учебной дисциплины
«Проектирование аналоговых и цифровых устройств»

Утверждена
Академическим советом ОП¹
Протокол № 4 от 29.08.2019

Разработчик	Харитонов И.А., профессор, департамент электронной инженерии
Число кредитов	4
Контактная работа (час.)	104
Самостоятельная работа (час.)	238
Курс, Образовательная программа	1 курс, ОП «Инжиниринг в электронике» направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» уровень – магистр
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Целями освоения дисциплины "Проектирование аналоговых и цифровых устройств" является формирования у студентов знаний о методах проектирования аналоговых узлов интегральных схем, аналоговых схем современных и перспективных изделий электроники, радиоэлектроники, микро- и наноэлектроники, назначении, принципах работы, методов и средств проектирования сложных аналоговых электронных компонентов и схем для приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований; умений разработки методик и проведения исследований и измерений параметров и характеристик изделий электронной техники, анализ их результатов.

В результате освоения дисциплины "Проектирование аналоговых и цифровых устройств" студент осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
Способностью совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень.	Подготовка к практическим занятиям, обсуждение тем домашних заданий, подготовка к написанию реферата	Посещение лекций, подготовка к практическим занятиям и работа на них, написание реферата
Способностью адаптироваться к изменяющимся условиям, переоценивать накопленный опыт, анализировать свои возможности	Выбирает необходимые каскады аналоговых схем, оценивает режимы их функционирования, изучает и анализирует методы	Подготовка реферата, выполнение домашнего задания, дискуссии на практических занятиях,

¹ Для ПУД из общеуниверситетского пула – Руководитель Департамента.

	проектирования аналоговых схем , изучает соответствующие литературные источники	
Готовностью определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	Работает на практических занятиях, рассчитывает и анализирует схемотехнические решения	Активность на практических занятиях, написание реферата
Способность проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	Выбирает необходимые, конструктивно-технологические параметры ЭКБ, схемотехнические решения электронных узлов , проводит требуемые расчеты схем.	Активность на практических занятиях, самостоятельная работа, написание реферата,
Способностью владеть методами проектирования технологических процессов производства материалов и изделий электронной техники с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	Изучает и анализирует методы проектирования устройств, изучает соответствующие литературные источники	Посещение лекций, подготовка к практическим занятиям и работа на них, изучение литературных источников

Дисциплина "Проектирование аналоговых и цифровых устройств" относится к вариативной части Профессионального цикла.

Дисциплина требует наличия у студента знаний, умений и навыков, полученных в ходе изучения дисциплин бакалавриата **«Физика»**, **«Материалы электронной техники»**, **«Теоретические основы электротехники»**, **«Физические основы электроники»**, **«Основы технологии электронной компонентной базы»**.

Для изучения дисциплины студент должен обладать следующими компетенциями:

- Способность владеть культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения;
- Способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности;
- Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
- Способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии;

– Способность собирать, анализировать и систематизировать отечественную и зарубежную научно-техническую информацию по тематике исследования в области электроники и наноэлектроники;

– Готовность анализировать и систематизировать результаты исследований, представлять материалы в виде научных отчетов, публикаций, презентаций.

Дисциплина "Проектирование аналоговых и цифровых устройств":

- изучается на первом курсе магистратуры в 1, 2, 3 модулях;

- имеет междисциплинарные связи с дисциплинами

- Микро и наноэлектроника (1, 2 модули),
- Методология инновационного инженерного проектирования (1, 2, 3 модуль).

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин:

- Системы автоматизированного проектирования приборов и элементов микро- и наноэлектроники
- Электро-магнитная совместимость электронных устройств.

2. Содержание учебной дисциплины

Тема (раздел дисциплины)	Объем в часах ¹	Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
	лк		
	см (практ)		
	ср		
Тема 1. Основные параметры аналоговых устройств. Расчет характеристик аналоговых схем и аналоговых устройств с помощью пакетов схемотехнического (SPICE) моделирования	3	Знать: Основные параметры и характеристики аналоговых устройств. Уметь: Рассчитывать характеристики и определять параметры аналоговых схем, используя пакет SPICE моделирования. Владеть: методами схемотехнического моделирования аналоговых схем и устройств	Практические занятия в течение всей учебной дисциплины. Устный экзамен
	8		
	11		
Тема 2. Каскады аналоговых	2	Знать: особенности и	Практическое занятие

¹ Не заполняется для ПУД, которые не вошли в УП ОП и не запланированы в расписании учебных занятий

схем, их характеристики и параметры. Согласование каскадов между собой.	5	параметры каскадов аналоговых устройств. Методы их согласования друг с другом. Уметь: Выбирать параметры и виды каскадов для реализации аналоговых устройств. Рассчитывать характеристики и определять параметры каскадов. Владеть: методами схемотехнического моделирования для анализа характеристик аналоговых схем	«Моделирование и исследование характеристик дифференциального усилителя», 90 минут Устный экзамен
	14		
Тема 3. Фильтры. Резонансные усилители	2	Знать: классификацию, особенности, параметры и характеристики фильтров. Уметь: Выбирать тип и параметры фильтров для реализации своих задач. Рассчитывать характеристики и определять параметры фильтров по номиналам элементов фильтра. Владеть: методами схемотехнического моделирования для анализа АЧХ и ФЧХ фильтров	Практическое занятие «Расчет и исследование схемы активного фильтра на ОУ», 90 минут Устный экзамен
	4		
	12		
Тема 4. Обратная связь в аналоговых схемах и системах.	2	Знать: виды обратных связей и ее влияние на характеристики схем. Уметь: Рассчитывать параметры схем с обратными связями (по формулам и используя пакет SPICE моделирования). Владеть: методами схемотехнического моделирования для анализа характеристик схем с обратными связями.	Практическое занятие «Расчет и исследование схемы активного фильтра на ОУ», 90 минут Устный экзамен
	3		
	15		
Тема 5. Генераторные схемы	2	Знать: условия	Ответ на экзамене по

		возникновения колебаний в генераторных схемах. Уметь: рассчитывать параметры генераторной схемы по формулам	вопросу на данную тему
	12		
Тема 6. Схемотехника операционных усилителей и компараторов.	2	Знать: схемотехнику операционных усилителей и компараторов, их основные параметры. Уметь: выбирать операционные усилители и компараторы в соответствии с поставленными требованиями.	Практическое занятие «Расчет и исследование схемы активного фильтра на ОУ», 90 минут Ответ на экзамене по вопросу на данную тему
	4		
	15		
Тема 7. Схемные применения ОУ в аналоговых устройствах.	2	Знать: Схемные применения ОУ в аналоговых устройствах. Знать особенности проектирования узлов на ОУ. Уметь: Рассчитывать параметры и характеристики схем на ОУ (по формулам и используя пакет SPICE моделирования). Владеть: методами схемотехнического (SPICE) моделирования для анализа характеристик схем с использованием ОУ.	Практическое занятие «Расчет и исследование схемы активного фильтра на ОУ», 180 минут Ответ на экзамене по вопросу на данную тему
	6		
	15		
Тема 8. Синхронизация в цифровых устройствах. Совместная работа цифровых устройств. Расчет характеристик цифровых устройств с помощью пакетов SPICE моделирования.	2	Знать: параметры и характеристики цифровых схем, особенности синхронизации частей цифровых схем. Уметь: Рассчитывать характеристик цифровых устройств с помощью пакетов SPICE моделирования. Владеть пакетами SPICE моделирования для расчета характеристик цифровых	Практические занятия в части учебной дисциплины, посвященной цифровым устройствам. Устный экзамен
	5		
	8		

		устройств	
Тема 9. Функциональные узлы комбинационного типа. Особенности их проектирования	2	Знать: Функциональные узлы комбинационного типа, их логику работы и параметры. Знать особенности проектирования узлов комбинационного типа Уметь: Рассчитывать параметры и характеристики цифровых логических схем (используя пакет SPICE моделирования) Владеть методами проектирования узлов комбинационного типа с использованием средств САПР.	Практические занятия «Моделирование работы логических вентилях» (90 минут). Устный экзамен
	5		
	12		
Тема 10. Функциональные узлы последовательного типа. Особенности их проектирования	2	Знать: Функциональные узлы последовательного типа, их логику работы и параметры. Знать особенности проектирования узлов последовательного типа Уметь: Рассчитывать параметры и характеристики триггеров, счетчиков, регистров (используя пакет SPICE моделирования) Владеть методами проектирования узлов последовательного типа с использованием средств САПР.	Практические занятия «Моделирование работы триггеров» (90 минут) «Моделирование работы счетчиков» (90 минут) Устный экзамен
	4		
	12		
Тема 11. Схемотехника запоминающих устройств. Статическая и динамическая память	4	Знать: Схемотехнику и параметры статической и динамической памяти. Знать особенности проектирования узлов памяти. Уметь: выбирать	Ответ на экзамене по вопросу на данную тему
	10		
	14		

		необходимые типы схем памяти в соответствии с параметрами.	
Тема 12. Влияние проводников интегральных схем и печатных плат на динамические характеристики систем. Особенности проектирования высокоскоростных систем	2	Знать: Особенности влияния проводников интегральных схем и печатных плат на динамические характеристики систем. Знать особенности проектирования высокоскоростных систем с учетом паразитных эффектов. Уметь: Рассчитывать паразитные параметры печатных плат, оценивать их влияние на работу схем. Владеть: методами оценки влияния проводников интегральных схем и печатных плат на динамические характеристики систем.	Практические занятия «Расчет паразитных параметров печатных плат» (110 минут). Устный экзамен
	4		
	13		
Тема 13. Использование БИС/СБИС с программируемой структурой. Проектирование цифровых систем с помощью ПЛМ и БМК.	1	Знать: Схемотехнику и параметры БИС/СБИС с программируемой структурой. Знать методы проектирования цифровых систем с помощью ПЛМ и БМК Уметь: Применять ПЛМ и БМК в своих проектах.	Ответ на экзамене по вопросу на данную тему
	4		
	12		
Тема 14. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Характеристики, параметры, схемы ЦАП и АЦП.	2	Знать: Схемотехнику и параметры Цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей. Уметь: Выбирать и применять схемы ЦАП и АЦП в своих проектах.	Ответ на экзамене по вопросу на данную тему
	4		
	16		
Тема 15. Цифровая обработка сигналов в аналоговых системах. Цифровая обработка аудиосигнала. Цифровая	2	Знать: Типы и параметры процессоров для цифровой обработки сигналов. Уметь: Выбирать и	Ответ на экзамене по вопросу на данную тему
	3		
	13		

обработка видеосигнала.		применять процессоры для цифровой обработки аудио и видео сигналов.	
Тема 16. Проектирование источников электропитания аналоговых и цифровых устройств. Параметры и характеристики источников питания.	2	Знать: типы, схемы, параметры, характеристики источников электропитания аналоговых и цифровых устройств. Уметь: выбирать и применять электропитания аналоговых и цифровых устройств.	Ответ на экзамене по вопросу на данную тему
	4		
	14		
Тема 17. Обеспечение тепловых режимов устройств. Влияние параметров печатных плат, условий охлаждения, корпусов компонентов на их тепловые режимы.	2	Знать Влияние параметров печатных плат, условий охлаждения, корпусов компонентов на их тепловые режимы. Влияние температуры на характеристик электронных компонентов. Уметь: Рассчитывать тепловые режимы компонентов на печатной плате. Владеть: методами оценки тепловых режимов электронных изделий с использованием выражений и программных продуктов	Практические занятия «Моделирование теплового режима печатной платы с помощью пакета ВTEMP» (110 минут) Устный экзамен.
	3		
	15		
Тема 18. САПР для проектирования печатных плат	2	Разрабатывает печатную плату для электронного устройства	Практические занятия «Проектирование печатной платы с помощью онлайн-пакета Easy EDA » (90 минут)
	6		
	13		

Часов по видам учебных занятий:	Лекций - 32
	Практич. - 72
	Самостоят.- 238
Итого часов:	

Формы учебных занятий:

лк – лекции в аудитории;

см - семинары/ практические занятия/ лабораторные работы в аудитории;

onl – лекции или иные виды работы студента с помощью онлайн-курса;
ср – самостоятельная работа студента.

Содержание разделов дисциплины:

Тема 1. Введение. Основные параметры аналоговых устройств. Шумы в аналоговых схемах и устройствах. Расчет характеристик аналоговых каскадов и аналоговых устройств с помощью пакетов SPICE моделирования. Основные параметры аналоговых устройств: входные, выходные, усилительные, частотные, динамические, шумовые. Методы расчета амплитудно-частотных, фазо-частотных и др. характеристик аналоговых каскадов и аналоговых устройств с помощью пакетов SPICE моделирования.

Тема 2. Каскады аналоговых схем, их характеристики и параметры. Входные, выходные каскады, усилительные, согласующие. Требования к каскадам. Параметры каскадов. Проектирование аналоговых каскадов на биполярных транзисторах. Проектирование аналоговых каскадов на МОП транзисторах.

Тема 3. Фильтры. Резонансные усилители. Назначение. Схемы, Характеристики. Формирование требуемых АЧХ.

Тема 4. Обратная связь в аналоговых схемах и системах. Виды обратной связи. Влияние обратной связи на характеристики схемы. Формирование требуемых характеристик аналоговых устройств с помощью обратной связи.

Тема 5. Генераторные схемы. Условия возникновения колебаний в схеме. Обеспечение стабильности работы генераторов.

Тема 6. Схемотехника операционных усилителей (ОУ) и компараторов. Классы операционных усилителей. Параметры операционных усилителей. Зависимость параметров ОУ от схемы. Характеристики компараторов.

Тема 7. Схемные применения ОУ в аналоговых устройствах. Построение усилительных схем и фильтров на ОУ.

Тема 8. Расчет характеристик цифровых устройств с помощью пакетов SPICE моделирования. Совместная работа цифровых устройств. Синхронизация в цифровых устройствах. Основные параметры и характеристики цифровых устройств. Методы расчета характеристик и параметров. Типы выходных каскадов логических схем, цепи питания, формирователи импульсов, оптоэлектронные устройства развязки. Синхронизация в цифровых устройствах, риски сбоя.

Тема 9. Функциональные узлы комбинационного типа. Шифраторы и

дешифраторы, мультиплексоры и демультимплексоры, сумматоры, АЛУ. Особенности их проектирования

Тема 10. Функциональные узлы последовательного типа. Особенности их проектирования. Регистры, счетчики, распределители импульсов. Их схемотехника и особенности проектирования.

Тема 11 Схемотехника запоминающих устройств. Статические и динамические ЗУ, постоянные и перепрограммируемые ЗУ. Масочные, прожигаемые ЗУ. Проектирование блоков памяти в цифровых системах.

Тема 12. Влияние перекрестных помех в цифровых системах. Влияние проводников интегральных схем и печатных плат на динамические характеристики систем. Особенности проектирования высокоскоростных устройств

Тема 13 Использование БИС/СБИС с программируемой структурой. Проектирование цифровых систем с помощью ПЛМ и БМК. Типы базовых матричных кристаллов. Типы и классы ПЛМ. Архитектура ПЛМ. Средства программирования ПЛМ.

Тема 14. Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи. Характеристик, параметры, схемы ЦАП и АЦП.

Тема 15. Цифровая обработка сигналов в аналоговых системах. Цифровая обработка аудиосигнала. Цифровая обработка видеосигнала.

Тема 16. Вопросы проектирования источников электропитания аналоговых и цифровых устройств. Параметры и характеристики источников питания. Типы источников питания.

Тема 17. Обеспечение тепловых режимов устройств. Эквивалентные тепловые схемы. Влияние параметров печатных плат, условий охлаждения, корпусов компонентов на их тепловые режимы.

Тема 18. САПР для проектирования печатных плат. Системы автоматизированного проектирования схем и систем на печатных платах.

3. Оценивание

Текущий контроль предусматривает учет активности студентов в ходе проведения практических занятий, выступлений по конкретному разделу, консультаций с преподавателем.

Промежуточный контроль предусматривает в срок выполненную домашнюю работу.

Экзамен – проводится в устной форме по соответствующим билетам.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем
- обсуждение сложных вопросов по предложенной тематике
- письменные ответы на тестовые вопросы

Порядок формирования оценок по дисциплине

Итоговая оценка за модуль формируется как взвешенная сумма оценки, накопленной за модуль и устного экзамена.

$$O_{\text{рез_итог_мод}} = 0.6 * O_{\text{экзамен}} + 0.4 * O_{\text{накопленная_мод}},$$

где

$O_{\text{экзамен}}$ – оценка, полученная на устном экзамене.

$O_{\text{мод}}$ – суммарная оценка за модуль, полученная за практические занятия и домашнее задание. Эта оценка за модуль формируется как взвешенная сумма оценки, накопленной за модуль за практические занятия и домашнее задание.

$$O_{\text{мод}} = 0.5 * O_{\text{накопленная_практич_занятия}} + 0.5 * O_{\text{домашн_задание}},$$

где

$O_{\text{накопленная_практич_занятия}}$ – оценка, накопленная за модуль за практические занятия,

$O_{\text{домашн_задание}}$ – оценка за модуль, полученная за домашнее задание.

Результирующая оценка за дисциплину (выставляется в диплом) формируется как средняя оценка за два модуля:

$$O_{\text{рез_итог}} = 0.5 * O_{\text{рез_итог_2_мод}} + 0.5 * O_{\text{рез_итог_4_мод}},$$

В билете 2 вопроса по тематике оцениваемого модуля.

Все оценки выставляются по 10-балльной шкале.

Способ округления накопленной суммы баллов текущего контроля – арифметический, в пользу студента.

«Блокирующие элементы не предусмотрены».

Вопросы к экзамену

1. Параметры и хар-ки усилительных устройств
2. Каскад с ОЭ. Характеристики. Параметры. Согласование каскадов между собой.
3. Способы взаимной связи каскадов. Согласование каскадов.
4. Дифференциальный каскад. Характеристики и параметры.
5. Обратная связь. Виды ОС. Влияние ОС на характеристики и параметры усилительных устройств.
6. Характеристик и параметры ОУ. Внутреннее устройство ОУ.
7. Инвертирующие и неинвертирующие усилители на ОУ.

8. Генераторы .Условия возбуждения колебаний.
9. Схемы генераторов .
10. Фильтры. Пассивные фильтры. Активные фильтры. .
11. Фильтры. Крутизна спада. Порядок фильтра. Соединение фильтр. Последовательно.
12. Схемы пассивных фильтров нижних, верхних частот, полосовые.
13. Активные фильтры. Достоинства и недостатки.
14. Совместная работа цифровых устройств. Синхронизация в цифровых устройствах, риски сбоя.
15. Счетчики, параметры, классификация, примеры схем.
16. Ячейки статической памяти. Примеры схем.
17. Ячейки динамической памяти. Примеры схем.
18. Программируемые логические схемы. Особенности проектирования на их основе
19. АЦП. Параметры, классификация, варианты реализации.
20. ЦАП. Параметры. Схемные варианты
21. Цифровая обработка аналоговых сигналов. DSP
22. Конструктивные параметры печ. плат. Высокочастотные параметры печ. плат. Их влияние на работу электронных схем
23. Особенности проектирования высокоскоростных устройств на печатных платах.
24. Источники питания. Трансформаторные и бестрансформаторные. Достоинств аи недостатки. Примеры схем.
25. Обеспечение тепловых режимов устройств. Влияние температуры на характеристик и параметры устройств.

4. Ресурсы

4.1. Рекомендуемая основная литература

п/п	Наименование
1	Петросянц К. О., Козынка П. А., Рябов Н. И., Самбурский Л. М., Харитонов И. А. Электроника интегральных схем. Лабораторные работы и упражнения. Учебное пособие / Под общ. ред.: К. О. Петросянц. М. : Солон-Пресс, 2017.
2	Перепелкин Д.А. Схемотехника усилительных устройств. Учебное пособие. –М.: Горячая линия-Телеком, 2013. – 238 с.;
3	Волович Г. И., Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств. – М.: Додэка XXI, ДМК Пресс, 2015. – 528 с.;
4	Павлов В. Н., Схемотехника аналоговых электронных устройств. – М.: Academia, 2008. – 288 с.;
5	Сохор Ю.Н. Моделирование устройств в пакете LTspice. – Псков: ППИ, 2008.
6	Казённов, Г.Г. Основы проектирования интегральных схем и систем // Г.Г. Казённов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 295 с.
7	Петросянц К.О., Харитонов И.А., Стародубов А.Ю. Моделирование работы цифровых устройств с помощью программы PSPICE// РИС МИЭМ, 2005.
8	Дж. Ф. Уэйкерли «Проектирование цифровых устройств». В 2-х томах. Москва: Постмаркет, 2002.

9	Танг Т. Чан Высокоскоростная обработка сигналов и проектирование аналоговых систем. Пер. с англ., Мир радиоэлектроники. Техносфера 192 стр., 2013
10	Поляков А.К. «Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры». - М.: СОЛОН-Пресс, 2003.
11	Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. «Проектирование цифровых систем на VHDL». СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
12	

4.2. Рекомендуемая дополнительная литература

п/п	Наименование
1	Проектирование аналоговых интегральных схем. под ред. А. Б. Гребена // Энергия, 1976, 256 с.
2	Соклоф С. Аналоговые интегральные схемы // М., Мир, 580 с.
3	А. Бухтев, Методы и средства проектирования систем на кристалле, // Chip News», 2003 №4.
4	Разевиг В.Д. Система проектирования ORCAD 9.2. // Москва, Солон-Р, 2003.
5	Thanh T. Tran High-speed DSP and Analog System Design, 2010, Springer.
6	Перельройзен Е.З. Проектируем на VHDL. (Серия «Библиотека профессионала».) // М.: СОЛОН-Пресс, 2004.
7	Stephen H. Hall, Garrett W. Hall, James A. McCall, High-Speed Digital System Design—A Handbook of Interconnect Theory and Design Practices. A Wiley-Interscience Publication John Wiley & Sons, inc. 327 p., 2000.

4.3. Программное обеспечение

п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	LTSpice	Свободное скачивание с сайта https://www.analog.com › ltspice-simulator
	ВTEMP,	Скачивание из внутренней сети НИУ ВШЭ

4.4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
		<i>Например, из внутренней сети университета (договор)</i>

4.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

5. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

5.1.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

5.1.2. *для лиц с нарушениями слуха:* в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

5.1.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:* в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

6. Дополнительные сведения

По желанию разработчика в ПУД могут быть включены другие содержательные элементы, например, методические рекомендации для студента и преподавателя, описание применяемых образовательных технологий.