

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Галунин Сергей Александрович  
Должность: проректор по учебной работе  
Дата подписания: 26.06.2023 14:08:31  
Уникальный программный ключ:  
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП  
«Проектирование и применение  
компьютерных систем и техноло-  
гий»



**СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

---

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«ТЕОРИЯ АВТОМАТОВ»

для подготовки бакалавров

по направлению

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

по профилю

«Проектирование и применение компьютерных систем и технологий»

Санкт-Петербург

2022

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

доцент, к.ф.-м.н., доцент Перязева Ю.В.

ассистент Кочетков А.В.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ

19.01.2022, протокол № 1

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией

ФКТИ, 24.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

## 1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФКТИ
Обеспечивающая кафедра	ВТ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	2
Курс	2
Семестр	3
<b>Виды занятий</b>	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	17
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	35
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	37
Всего (академ. часов)	72
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	
Дифф. зачет (семестр)	3

## **2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ТЕОРИЯ АВТОМАТОВ»**

Дисциплина «Теория автоматов» служит для формирования систематических знаний в области теории автоматов, выработки умений применения изученных методов в решении инженерных задач и программировании, развития практических навыков в логическом проектировании дискретных устройств. В данном курсе рассматриваются логические основы теории дискретных устройств, понятие абстрактного автомата и различные виды автоматов, минимизация автоматов, методы абстрактного и структурного синтеза конечных автоматов, методы анализа и синтеза комбинационных и последовательностных схем.

### **SUBJECT SUMMARY**

#### **«AUTOMATA THEORY»**

The discipline "Automata Theory" serves for the formation of systematic knowledge in the field of automata theory, the development of skills in applying the studied methods in solving engineering problems and programming, the development of practical skills in the logical design of discrete devices. This course examines the logical foundations of the theory of discrete devices, the concept of an abstract automaton and various types of automata, minimization of automata, methods of abstract and structural synthesis of finite automata, methods of analysis and synthesis of combinational and circuits with memory.

## 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями изучения дисциплины являются: формирование систематических знаний в области теории автоматов, выработки умений применения изученных методов в решении инженерных задач и программировании, развития практических навыков в логическом проектировании дискретных устройств.

2. Задачи дисциплины:

1). Приобретение систематических знаний и навыков в области логических основ теории дискретных устройств и теории конечных детерминированных автоматов. Изучение способов задания конечных автоматов, методов анализа конечных автоматов, этапов абстрактного и структурного синтеза, знакомство с каноническим методом структурного синтеза управляющих устройств.

2). Формирование навыков и умений синтеза комбинационных схем в различных базисах, абстрактного и структурного синтеза автоматов, синтеза синхронных последовательностных схем, анализа схем управляющих автоматов.

3). Приобретение умений использования методов теории автоматов, для решения инженерных задач и программирования, готовность к логическому проектированию цифровых устройств.

3. Приобретения знаний способов задания конечных автоматов, методов анализа конечных автоматов, этапов абстрактного и структурного синтеза конечных автоматов.

4. Приобретения умений использования методов теории автоматов для решения инженерных задач и программирования.

5. Формирование навыков синтеза комбинационных схем в различных базисах, абстрактного и структурного синтез автоматов, синтеза синхронных последовательностных схем, анализа схем управляющих автоматов.

### **3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Информатика»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Элементная база цифровых систем»

### 3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

<b>Код компетенции/ индикатора компетенции</b>	<b>Наименование компетенции/индикатора компетенции</b>
СПК-10	Способен разрабатывать цифровые модули и их электрические схемы
<i>СПК-10.1</i>	<i>Разрабатывает электрические схемы цифровых модулей</i>
<i>СПК-10.2</i>	<i>Проверяет и исследует функционирование электрических схем цифровых модулей при различных условиях</i>

## 4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Содержание разделов дисциплины

#### 4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Дискретные преобразователи без памяти.	3	3	1	12
2	Конечные автоматы с выходом (преобразователи). Абстрактный синтез.	7	7		12
3	Структурный синтез конечных автоматов.	7	7		13
	Итого, ач	17	17	1	37
	Из них ач на контроль	0	0	0	0
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	72/2			

#### 4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Дискретные преобразователи без памяти.	Логические основы теории дискретных устройств Булевы функции. Основные эквивалентности. Логические элементы. Схемы из логических элементов. Полные системы булевых функций. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Минимизация булевых функций в классе дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм. Карты Карно. Минимизация частично определенных функций. Комбинационные схемы Методы синтеза комбинационных схем в различных базисах. Комбинационная схема с несколькими выходами. Не всюду определенные булевы функции.
2	Конечные автоматы с выходом (преобразователи). Абстрактный синтез.	Основные понятия и определения. Способы задания конечных автоматов. Построение конечных автоматов с выходом (КАВ) с заданными свойствами. Канонические уравнения. Автоматное отображение. Автоматы Мура и Мили. Эквивалентность автоматов Мили и Мура. Переход от автомата Мура к автомату Мили. Переход от автомата Мили к автомату Мура. Минимизация полностью и частично определенных автоматов.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
3	Структурный синтез конечных автоматов.	Канонический метод структурного синтеза. Исходные данные. Типы элементов памяти. Триггеры и их виды. Этапы структурного синтеза. Канонический метод структурного синтеза автоматов. Анализ синхронных последовательных схем. Кодирование состояний синхронного автомата. Тестирование автомата.

#### 4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

#### 4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Логические основы теории дискретных устройств.	1
2. Синтез и анализ комбинационных схем.	2
3. Конечные автоматы с выходом. Построение автоматов с заданными свойствами. Абстрактный синтез.	2
4. Эквивалентность автоматов Мили и Мура.	2
5. Минимизация полностью определенных автоматов.	2
6. Минимизация частично определенных автоматов	2
7. Триггеры. Структурный синтез конечных автоматов	4
8. Анализ последовательностных схем	2
Итого	17

#### 4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

#### 4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

#### 4.6 Индивидуальное домашнее задание

По каждой из трех тем студентам необходимо выполнить индивидуальное домашнее задание.

Задания выполняются самостоятельно, по вариантам, для построения схем допускается использование специализированных свободно-распространяемых средств ПО, например Logisim.

Каждое индивидуальное задание выполняется студентом самостоятельно и оформляется в рукописном виде в форме отчета. Допускается использование средств текстовых редакторов (MS Word), однако ввиду большого числа рисунков, диаграмм, схем, формульных представлений предпочтительным является именно рукописный вариант сдачи.

В качестве источников для выполнения всех ИДЗ используются материалы по курсу, размещенные в Moodle, а также конспект практических занятий по соответствующим темам. Объем отчета по каждому ИДЗ строго не лимитируется, но должен содержать полное и подробное описание решения каждой задачи. В отчете должны быть приведены все этапы решения каждой задачи. Разделы отчета соответствуют пунктам заданий на каждое ИДЗ. Отчет сдается преподавателю в рукописном виде, допускается отправка отсканированного отчета преподавателю по электронной почте или через систему личных кабинетов.

### **Перечень индивидуальных заданий:**

**ИДЗ №1.** Тема: "Построение комбинационных схем в различных логических базисах".

Цель: Изучение алгоритмов минимизации и построения комбинационных схем в различных логических базисах. Оценка сложности построенных схем.

Задание: По алгоритмам А1-А5 построить комбинационные схемы для заданной в варианте булевой функции 4-х переменных, найти и сравнить сложности получившихся схем.

**ИДЗ №2.** Тема: "Абстрактный синтез конечных автоматов".

Цель: Получение практических навыков работы с абстрактными автоматами: построение конечного автомата; построение автомата, эквивалентного задан-

ному; минимизация полностью и частично определенных автоматов.

Задание:

а) Для заданного в варианте автомата Мили построить эквивалентный ему автомат Мура. В ответе привести автоматную таблицу и диаграмму выходов/переходов полученного автомата.

б) Минимизировать заданный в варианте полностью определенный автомат. В ответе привести автоматную таблицу и диаграмму выходов/переходов полученного автомата.

в) Минимизировать заданный в варианте частично определенный автомат. В ответе привести автоматную таблицу и диаграмму выходов/переходов полученного автомата.

**ИДЗ №3.** Тема: ”Структурный анализ и синтез конечных автоматов”.

Цель: Получение практических навыков построения и анализа структурных схем конечных автоматов.

Задание:

а) Синтезировать структурную схему автомата по заданной абстрактной. Использовать базис «И, ИЛИ, НЕ» и указанные в варианте типы триггеров.

б) Провести анализ структурной схемы автомата. В качестве ответа привести таблицу выходов/переходов и диаграмму абстрактного автомата.

#### **4.7 Доклад**

Доклад не предусмотрен.

#### **4.8 Кейс**

Кейс не предусмотрен.

#### 4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем информационными ресурсами, все материалы и рекомендации размещены в информационно-образовательной среде университета

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Каждую неделю доступна новая тема курса: презентации и конспекты, с которыми обучающиеся смогут ознакомиться в любое удобное время. Все темы включают практические занятия, которые предусматривают самостоятельное выполнение заданий.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	8
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	15
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	5
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	5
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	4
ИТОГО СРС	37

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библи.
Основная литература		
1	Карпов, Юрий Глебович. Теория автоматов [Текст] : Учеб. для вузов по направлению "Информатика и вычисл. техника" и по специальности "Вычисл. машины, комплексы, системы и сети" направления специалистов "Информатика и вычисл. техника" / Ю.Г.Карпов, 2002. -206 с.	25
2	Поспелов, Дмитрий Александрович. Логические методы анализа и синтеза схем [Текст] / Д. А. Поспелов, 1974. -367, [1] с.	28
3	Дудкин, Виктор Степанович. Теория автоматов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / В. С. Дудкин, 2018. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Шоломов Л. А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств [Электронный ресурс], 2011. -432 с.	неогр.

### 5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Введение в теорию автоматов <a href="https://intuit.ru/studies/courses/1031/242/info">https://intuit.ru/studies/courses/1031/242/info</a>
2	Перязев Н.А. Теория автоматов: учебно-методическое пособие. СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. <a href="https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/2563">https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/2563</a>
3	Дэвид М. Харрис и Сара Л. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера, 2013 <a href="http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf">http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf</a>

### 5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10509>

## 6 Критерии оценивания и оценочные материалы

### 6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Теория автоматов» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: зачет с оценкой.

#### Зачет с оценкой

<b>Оценка</b>	<b>Описание</b>
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

## Особенности допуска

По дисциплине аттестация в форме дифференцированного зачета, который выставляется по результатам текущего контроля.

Критерии оценок, на момент окончания учебного процесса: набрать не менее 60% от максимальной оценки по каждому из трех индивидуальных заданий. На зачетной неделе студенту предоставляется возможность написать контрольную работу только по одной теме, по которой набрано менее 60% от максимальной оценки.

## 6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### Вопросы к дифф.зачету

№ п/п	Описание
1	Логические основы теории дискретных устройств. Логические элементы. Схемы из логических элементов.
2	Полные системы булевых функций. Дизъюнктивные и конъюнктивные нормальные формы. Минимизация булевых функций в классе дизъюнктивных и конъюнктивных нормальных форм. Минимизация по картам Карно.
3	Методы синтеза комбинационных схем в различных базисах.
4	Комбинационная схема с несколькими выходами.
5	Не всюду определенные булевы функции. Минимизация частично определенных булевых функций.
6	Конечные автоматы с выходом. Основные понятия и определения. Способы задания.
7	Построение конечных автоматов с выходом (КАВ) с заданными свойствами. Абстрактный синтез.
8	Автоматы Мура и Мили. Эквивалентность автоматов Мили и Мура.
9	Переход от автомата Мура к автомату Мили.
10	Переход от автомата Мили к автомату Мура.
11	Минимизация полностью определенных автоматов.
12	Минимизация частично определенных автоматов.
13	Канонический метод структурного синтеза.
14	Анализ синхронных последовательных схем.
15	Кодирование состояний синхронного автомата. Тестирование автомата.
16	Триггеры и их виды.

## Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

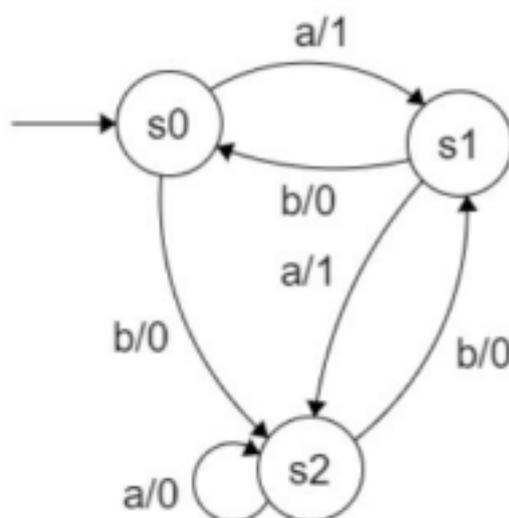
### Пример Контрольной работы по теме 1 "Построение комбинационных схем в различных логических базисах"

Постройте схему методом А1 преобразователя четырехзначного двоичного кода  $n$  в пятизначный двоичный код  $n+N$  при условии, что на вход могут подаваться только числа 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, а числа 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 подаваться не будут.

$$N=17$$

### Пример Контрольной работы по теме 2 "Абстрактный синтез конечных автоматов"

1. Для заданного автомата Мили построить эквивалентный ему автомат Мура:



2. Минимизировать полностью определенный автомат, заданный автоматной таблицей:

	$q_0$	$q_1$	$q_2$	$q_3$	$q_4$	$q_5$
0	0 / $q_1$	0 / $q_5$	1 / $q_4$	1 / $q_0$	1 / $q_4$	0 / $q_1$
1	1 / $q_5$	1 / $q_3$	1 / $q_0$	1 / $q_4$	1 / $q_5$	1 / $q_0$

3. Минимизировать частично определенный автомат, заданный автоматной таблицей:

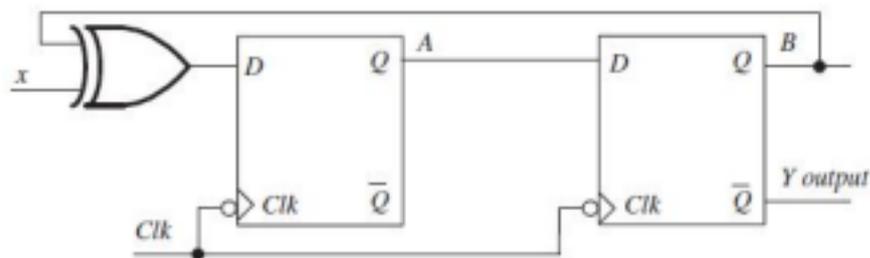
$A_{вх} / Q$	1	2	3	4	5	6	7	8
$a$	5 / 0	8 / 0	8 / 1	4 / 1	7 / 0	7 / 1	5 / 0	5 / 0
$b$	2 / 1	1 / 1	- / -	- / -	8 / 1	- / -	- / -	7 / 1
$c$	3 / 1	- / -	- / -	5 / 1	7 / 0	4 / 0	- / -	2 / 0
$d$	3 / 0	6 / 0	1 / 0	2 / 1	- / -	- / -	- / -	- / -

**Пример Контрольной работы по теме 3 "Структурный анализ и синтез конечных автоматов"**

1. Для заданного абстрактного автомата провести канонический синтез и построить логическую схему в базисе "И, ИЛИ, НЕ" и RS-триггеры:

$X/Q$	0	1
00	1/0	0/0
01	0/1	1/1
10	1/1	0/1
11	1/1	1/0

2. Для заданной структурной схемы автомата произвести её анализ и построить абстрактный автомат:



Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сфор-

мированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

### 6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Дискретные преобразователи без памяти.	
2		
3		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
4	Конечные автоматы с выходом (преобразователи). Абстрактный синтез.	
5		
6		
7		
8		
9		
10		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ
11	Структурный синтез конечных автоматов.	
12		
13		
14		
15		
16		
17		ИДЗ / ИДРГЗ / ИДРЗ

### 6.4 Методика текущего контроля

#### на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий).

#### на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий).

В ходе проведения практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях, решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

По каждой из трех тем студентам необходимо выполнить индивидуаль-

ное домашнее задание, которое затем защитить. При защите ИДЗ студент должен дать ответ на любой вопрос по каждой из решенных им задач из ИДЗ. При отсутствии ответа на вопрос(ы) ИДЗ не засчитывается как сданное.

Каждое индивидуальное задание оценивается по стобалльной системе. Таким образом, максимальное число баллов, которое можно набрать за все выполненные и сданные ИДЗ - 300. Итоговая оценка по курсу переводится в пятибалльную по следующему правилу:

менее 180 — неудовлетворительно;

181 - 222 — удовлетворительно;

223 -265 — хорошо;

266 -300 — отлично.

В случае пропуска сдачи одного ИДЗ или набора менее 60% баллов за одно ИДЗ, студенту предоставляется возможность написать Контрольную работу на зачетной неделе.

Контрольная работа также оценивается по стобалльной системе, пропорционально количеству верно решенных задач из неё. Результат этой КР засчитывается как результат соответствующего ИДЗ. Итоговая оценка при этом переводится в пятибалльную систему по вышеуказанным правилам.

За контрольную работу №1, состоящую из одного задания - за полностью верное решение - 100 баллов;

за контрольную работу № 2: за верно решенное задание №1 - 30 баллов, задание №2 - 30 баллов, задание №3 - 40 баллов

за контрольную работу № 3: за верно решенное задание №1 - 60 баллов, задание №2 - 40 баллов.

Далее - набранное количество баллов за контрольную работу засчитывается как количество баллов по соответствующей теме (одной из трех). И итого-

вое количество баллов по курсу переводится в пятибалльную систему, по вышеприведенным правилам.

Текущий контроль включает в себя выполнение, сдачу в срок отчетов и их защиту по всем ИДЗ, по результатам которой студент получает оценку за диф. зачет.

### **самостоятельной работы студентов**

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

При наличии у студента менее 60% набранных баллов (из 100) по двум или трем темам, выставляется итоговая оценка за диф. зачет - "неудовлетворительно" и студенту необходимо будет заново готовиться к сдаче предмета на доп. сессии.

## 7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютер или ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше, LibreOffice 7.4, OpenOffice 4.1; 3) Google Chrome;
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, компьютер или ноутбук, проектор, экран, маркерная доска.	1) Windows 7 и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше, LibreOffice 7.4, OpenOffice 4.1; 3) Google Chrome;
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

## **8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

<b>№ п/п</b>	<b>Дата</b>	<b>Изменение</b>	<b>Дата и номер протокола заседания УМК</b>	<b>Автор</b>	<b>Начальник ОМОЛА</b>