

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

**Руководитель ОПОП ВО**  
доцент **И.И. Растворова**

---

**Проректор по образовательной**  
**деятельности**  
**Д.Г. Петраков**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

***МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	11.04.04 Электроника и наноэлектроника
<b>Направленность (профиль):</b>	Промышленная электроника
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	Доцент Выболдин Ю.К.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Методы математического моделирования»**  
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника и уровню высшего образования магистратура, утвержденного приказом Минобрнауки России № 959 от 22.09.2017 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и наноэлектроника направленности (профиля) «Промышленная электроника».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Выболдин Ю.К.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электронных систем от 25.01.2021 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., доцент И.И. Растворова

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Дубровская Ю.А.

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса к.т.н. \_\_\_\_\_ Романчиков А.Ю.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины «Методы математического моделирования» :

- ознакомление с основными методами математического моделирования элементов электронной техники и принципами, лежащими в основе построения математических моделей электронных схем

Основные задачи дисциплины «Методы математического моделирования»:

- приобретение магистрантами комплекса знаний, умений и навыков математической формализации и компьютерного моделирования задач в предметной области.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и наноэлектроника» и изучается в 1 и 2 семестрах.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Методы математического моделирования» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	<i>ОПК-2</i>	<i>ОПК-2.1</i> Знает методы синтеза и исследования моделей <i>ОПК-2.2</i> Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования <i>ОПК-2.3</i> Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
Способен проектировать устройства, приборы и системы электронной техники с учетом заданных требований	<i>ПКС-6</i>	<i>ПКС-6.1</i> Знает принципы подготовки технических заданий на современные электронные устройства, основные проблемы проектирования систем электропитания, включая силовую энергоэлектронику <i>ПКС-6.2</i> Умеет разрабатывать приборы и системы электронной техники <i>ПКС-6.3</i> Владеет навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; навыками обработки результатов экспериментов

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		1	2
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>83</b>	<b>51</b>	<b>32</b>
Лекции (Л)	8	8	-
Практические занятия (ПЗ)	57	25	32
Лабораторные работы (ЛР)	18	18	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>61</b>	<b>39</b>	<b>22</b>
Подготовка к лекциям	2	2	-
Подготовка к лабораторным работам	8	8	-
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	8	4	4
Домашнее задание	12	6	6
Подготовка к контрольной работе	12	6	6
Аналитический информационный поиск	4	1	3
Работа в библиотеке	3	-	3
Подготовка к зачету	12	12	-
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>3, Э(36)</b>	<b>3</b>	<b>Э(36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>			
	<b>ак. час.</b>	<b>180</b>	<b>90</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия лабораторные работы и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
Раздел 1 «Общеметодологические вопросы моделирования»	21	4	4	-	13
Раздел 2 «Методы формирования уравнений цепи и их решение»	45	2	15	12	16
Раздел 3 «Моделирование электрической цепи»	40	2	16	6	16
Раздел 4 «Модели компонентов электронных схем»	38	-	22	-	16
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>57</b>	<b>18</b>	<b>61</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Общеметодологические вопросы моделирования	Свойства математических моделей, требования к разработке математических моделей. Классификация моделей Классический и системный подходы при построении моделей. Вычислительный эксперимент. Статистическое моделирование электронных систем. Построение датчиков базовой случайной величины. Общая схема метода Монте-Карло	3
2.	Методы формирования уравнений цепи и их решение	Методы формирования уравнений цепи, использующие линейные алгебраические уравнения.	2
3.	Моделирование электрической цепи	Формирование функций цепи в символьном виде.	2
4.	Модели компонентов электронных схем	Классификация моделей. Базовый набор элементов моделей.	1
<b>Итого:</b>			<b>8</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Взаимодействие объекта моделирования со средой. Свойства математических моделей и требования к разработке математических моделей. Адекватность математических моделей реальным объектам. Методы статистического моделирования. Применение математических моделей. Вычислительный эксперимент.	4
2	Раздел 2	Методы формирования уравнений цепи на основе метода узловых потенциалов. Метод контурных токов. Линейные уравнения и метод исключения Гаусса. Метод LU-разложения, Принципы учета разреженности матриц. Вычисления с разреженными матрицами. Метод обобщенных ветвей. Законы Кирхгофа и направленные графы. Формирование графа электрической цепи. Матрица инцидентий. Матрицы сечений и контуров. Многопараметрическая чувствительность. Чувствительность к паразитным параметрам электронных схем. Температурная чувствительность. Чувствительность систем линейных алгебраических уравнений. Чувствительность к большим изменениям параметров.	15
3	Раздел 3	Временные методы анализа переходных процессов. Интеграл наложения. Расчет линейных цепей во временной области. Частотный метод анализа переходных процессов. Чувствительность во временной области и установившийся ре-	16

		жим. Определение установившегося режима методом экстраполяции. Анализ переходных процессов в нелинейных системах.	
4.	Раздел 4.	<p>Модели резистора, электрического конденсатора, реальной индуктивности. Модель перемагничивания ферромагнитных материалов. Модель трансформатора.</p> <p>Модель биполярного транзистора. Определение параметров модели биполярного транзистора. Модель полевого транзистора. Схемы замещения. Динамическая модель полевого транзистора для малого сигнала. Схемы замещения.</p> <p>Формирование дискретных сигналов. Реакция линейной цепи на дискретный сигнал. Спектральные представления дискретных сигналов. Формирование уравнений цифровых схем.</p>	22
<b>Итого:</b>			<b>57</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 2.	Моделирование и анализ электрической цепи в частотной области	4
		Моделирование и анализ электрической цепи во временной области	4
		Моделирование и анализ электрической цепи по постоянному току	4
2.	Раздел 3.	Синтез и моделирование цифровой схемы	6
<b>Итого:</b>			<b>18</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета/экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

*Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачету/экзамену)*

### **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

#### **6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

##### **Раздел 1. Общеметодологические вопросы моделирования**

1. Системный подход к моделированию.
2. Классификация моделей. Виды моделей. Физические (материальные) модели. Информационные (символьные) модели.
3. Математическая модель как средство абстрактного описания процессов и явлений
4. Взаимодействие объекта моделирования со средой.
5. Свойства математических моделей и требования к разработке математических моделей.

##### **Раздел 2. Методы формирования уравнений цепи и их решение**

1. Формирование графа электрической цепи.
2. Топологические методы составления уравнений узловых потенциалов и контурных токов.
3. Уравнения переменных состояний.
4. Многопараметрическая чувствительность.
5. Чувствительность систем линейных алгебраических уравнений.

##### **Раздел 3. Моделирование электрической цепи**

1. Формирование функций цепи в символьном виде.
2. Определение полюсов и нулей из системы уравнений.
3. Временные методы анализа переходных процессов.
4. Частотный метод анализа переходных процессов.
5. Анализ переходных процессов в нелинейных системах.

##### **Раздел 4. Модели компонентов электронных схем**

1. Формирование функций цепи в символьном виде.
2. Определение полюсов и нулей из системы уравнений.
3. Модели полупроводниковых приборов.
4. Формирование дискретных сигналов.
5. Формирование уравнений цифровых схем.

### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачета/экзамена)**

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету/экзамену**

1. Какие существуют требования к разработке математических моделей?
2. Что такое базовые элементы математических моделей компонентов?
3. В чем состоят моделирования дискретных случайных величин?
4. В чем состоят моделирования непрерывных случайных величин?
5. С какой целью используют теорию графов для анализа электронных схем?
6. Каким образом формируют сигнальный граф на основе уравнений Кирхгофа?
7. Какой параметр считается общим аргументом в цепях с последовательным соединением резистивных элементов?
8. Дайте классификацию методов математического моделирования случайных процессов.
9. В чем особенность моделирования функций, зависящих от случайных параметров?
10. Что такое инструментальные средства моделирования?
11. В чем состоит идея метода линеаризации?

12. С какой целью выполняется расчет коэффициентов чувствительности при анализе электронных схем?
13. Каким образом определяется функция чувствительности?
14. Как связана функция чувствительности и отклонение параметра?
15. Как определяется относительная чувствительность?
16. В чем состоит косвенный метод расчета чувствительности по передаточным функциям?
17. Каковы особенности метода приращений?
18. Чем обусловлены переходные процессы?
19. Как определяется порядок дифференциального уравнения, описывающего переходный процесс?
20. Для каких цепей применим классический метод расчета переходных процессов?
21. Как находится принужденная составляющая решения дифференциального уравнения?
22. Как находится свободная составляющая решения дифференциального уравнения?
23. Проанализируйте, как изменяется выражение для свободной составляющей решения дифференциального уравнения при изменении корней характеристического уравнения.
24. В чем состоит преимущество использования операторного метода для расчета электронных схем?
25. Назовите способы перехода от изображения к оригиналу.
26. Изобразите операторную схему замещения для участка цепи.
27. Для какой цели используется метод переменных состояния?
28. Чем определяется число уравнений состояния?
29. Какие требования выдвигаются при составлении уравнений состояния?
30. Какие задачи схемотехнического проектирования целесообразно решать с привлечением методов оптимизации?
31. Какие характеристики вычислительного процесса зависят от вида целевой функции?
32. Что такое локальный минимум функции?
33. Какие построения выполняются при использовании графического метода в цепях с параллельным соединением резистивных элементов?
34. Запишите уравнения Эберса-Молла для модели биполярного транзистора.
35. Дайте классификация моделей компонентов и схем промышленной электроники.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету/экзамену

#### Вариант 1.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Передаточная характеристика цепи является прямым преобразованием Фурье для ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Переходной характеристика цепи;</li> <li>2. Импульсной характеристики цепи;</li> <li>3. Входного сигнала;</li> <li>4. Выходного сигнала.</li> </ol>
2.	При расчете выходного сигнала зависимых источников тока и напряжения значения сигнала вне заданного диапазона изменений аргумента ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полагаются равными их значениям в крайних точках;</li> <li>2. Полагаются равными их значениям рассчитанным путем линейной интерполяции десяти значений, предшествующих крайним точкам;</li> <li>3. Полагаются равными средним значениям сигнала в диапазоне изменения аргумента;</li> <li>4. Не рассчитываются.</li> </ol>
3.	В нелинейных системах ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Характер процессов не зависит от величины начального отклонения, вызванного возмущением;</li> </ol>



		<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Характерен режим затухающих периодических колебаний;</li> <li>3. Выходная величина пропорциональна входному воздействию;</li> <li>4. Форма реакции системы зависит от величины входного воздействия.</li> </ol>
4.	Амплитудно- частотная характеристика цепи является зависимость ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуля комплексного коэффициента передачи от частоты;</li> <li>2. Вещественной части комплексного коэффициента передачи от частоты;</li> <li>3. Модуля спектральной плотности входного сигнала от частоты;</li> <li>4. Модуля спектральной плотности выходного сигнала от частоты.</li> </ol>
5.	Уравнение статического режима можно получить из дифференциального уравнения путем ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интегрирования дифференциального уравнения системы;</li> <li>2. Преобразования дифференциального уравнения системы по Лапласу при нулевых начальных условиях;</li> <li>3. Приравнивания всех производных нулю;</li> <li>4. Предельным переходом решения уравнения.</li> </ol>
6.	Алгебраическая сумма напряжений на сопротивлениях, входящих в любой замкнутый контур равна ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Произведению алгебраической суммы токов в узле и общего сопротивления схемы;</li> <li>2. Алгебраической сумме ЭДС;</li> <li>3. Алгебраической сумме ЭДС в контуре, уменьшенной на величину вносимых напряжений, связанных контуров;</li> <li>4. Разности произведения тока в контуре и его общего сопротивления и величины вносимых напряжений, связанных контуров.</li> </ol>
7.	Простейшую математическую модель ОУ обычно представляют в виде источника...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжения, управляемого током;</li> <li>2. Напряжения, управляемого напряжением;</li> <li>3. Тока, управляемого напряжением;</li> <li>4. Тока, управляемого током.</li> </ol>
8.	В системе моделирования MICROCAP обозначение THD(S[,F]) означает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент нелинейных искажений спектра S в процентах относительно уровня составляющей на частоте F;</li> <li>2. Коэффициент нелинейных искажений отдельных составляющих спектра S в процентах относительно уровня составляющей на частоте F;</li> <li>3. Расчет амплитуды гармоник на частоте F в спектре сигнала S;</li> <li>4. Расчет коэффициента гармоник спектра S в процентах относительно уровня составляющей на частоте F.</li> </ol>
9.	Амплитудно - частотной характеристикой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выходного напряжения от частоты;</li> </ol>

	линейной цепи называют зависимость ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Модуля комплексного коэффициента передачи от частоты;</li> <li>3. Выходного тока от частоты;</li> <li>4. Выходного напряжения от входного.</li> </ol>
10.	Импульсная характеристика цепи является выходным откликом на входной ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямоугольный импульс;</li> <li>2. Единичный скачок;</li> <li>3. Треугольный импульс;</li> <li>4. Дельта-импульс.</li> </ol>
11.	Под математическим моделированием понимают ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчет компонентов электрической схемы объекта;</li> <li>2. Исследование поведения модели объекта с помощью натурального эксперимента;</li> <li>3. Исследование поведения физического объекта с помощью математических уравнений;</li> <li>4. Исследование поведения модели объекта с помощью математических уравнений.</li> </ol>
12.	Анализом по постоянному току называют вычисление напряжений в узлах схемы и токов в его ветвях как функцию ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только напряжения;</li> <li>2. Напряжения или тока;</li> <li>3. Только тока;</li> <li>4. Частоты.</li> </ol>
13.	При анализе нелинейной цепи в частотной области нелинейный элемент ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заменяют его линейной математической моделью;</li> <li>2. Заменяют его нелинейной математической моделью;</li> <li>3. Исключают из рассматриваемой цепи путем разрыва цепи;</li> <li>4. Заменяют его параметрической математической моделью.</li> </ol>
14.	Под начальными условиями при моделировании понимают ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжения и токи на входе и выходе схемы в начальный момент времени;</li> <li>2. Только напряжения во всех узлах схемы в начальный момент времени;</li> <li>3. Только токи во всех ветвях схемы в начальный момент времени;</li> <li>4. Напряжения во всех узлах схемы и токи во всех ее ветвях в начальный момент времени;</li> </ol>
15.	Программа Micro-Cap позволяет анализировать ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только аналоговые устройства;</li> <li>2. Только цифровые устройства;</li> <li>3. Смешанные аналого-цифровые устройства;</li> <li>4. Электромагнитные волны.</li> </ol>
16.	Сложность математической модели устройства определяется, в основном, ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Областью применения устройства;</li> <li>2. Сложностью электрической схемы устройства;</li> <li>3. Сложностью входного воздействия;</li> <li>4. Сложностью решения математических уравнений.</li> </ol>
17.	Программа Micro-Cap позволяет анализи-	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Электрические и магнитные поля;</li> </ol>

	ровать ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Только аналоговые устройства;</li> <li>3. Смешанные аналого-цифровые устройства;</li> <li>4. Электромагнитные волны.</li> </ol>
18.	Метод статистической линеаризации применяется для моделирования ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Низкочастотных нелинейных звеньев путем их замены линейным статистическим эквивалентом;</li> <li>2. Выходного случайного сигнала произвольным звеном в соответствии с аналитической формулой связи с входным случайным воздействием;</li> <li>3. Реального звена генератором адекватного в статистическом смысле случайного процесса с точностью до заданных статистических характеристик;</li> <li>4. Реального нелинейного звена с выходным сигналом, зависящим от параметра эквивалентным звеном, формирующим статистически эквивалентный сигнал.</li> </ol>
19.	Канал полностью перекрывается, и ток стока прекращается при напряжении, называемом напряжением ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Насыщения;</li> <li>2. Смещения;</li> <li>3. Стока;</li> <li>4. Отсечки.</li> </ol>
20.	Под временным анализом "Transient" в системе Micro-Cap понимают рассчитанные напряжения в узлах схемы и токи во всех ее ветвях как функции ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Времени;</li> <li>2. Напряжения;</li> <li>3. Частоты;</li> <li>4. Тока.</li> </ol>

### **Вариант 2.**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Для резистивного элемента график вольт-амперной характеристики располагается ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В первом и третьем квадрантах;</li> <li>2. В первом и во втором квадрантах;</li> <li>3. В третьем и в четвертый квадрантах;</li> <li>4. Во втором и четвертом квадрантах.</li> </ol>
2.	Под частотным анализом "AC" в системе Micro-Cap понимают рассчитанные напряжения в узлах схемы и токи во всех ее ветвях как функции ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Времени;</li> <li>2. Напряжения;</li> <li>3. Тока;</li> <li>4. Частоты.</li> </ol>
3.	Ток, протекающий через конденсатор прямо пропорционален ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Скорости изменения тока, протекающего через конденсатор;</li> <li>2. Скорости изменения напряжения, приложенного к конденсатору;</li> <li>3. Интегралу от напряжения, приложенного к конденсатору;</li> <li>4. Напряжению, приложенному к конденсатору.</li> </ol>
4.	Под анализом по постоянному току "DC"	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Времени;</li> </ol>

	в системе Micro-Cap понимают рассчитанные напряжения в узлах схемы и токи во всех ее ветвях как функции...	2. Напряжения или тока; 3. Частоты; 4. Мощности.
5.	Параметром источника напряжения, управляемого напряжением является ...	1. Крутизна, имеющая размерность A/V; 2. Величина, имеющая размерность сопротивления; 3. Величина, имеющая размерность напряжения; 4. Коэффициент передачи по напряжению.
6.	Напряжение смещения операционного усилителя моделируется с помощью ...	1. Источника тока, управляемого напряжением; 2. Источника напряжения, управляемого током; 3. Неравенства сопротивлений в коллекторных плечах дифференциального каскада; 4. Источника напряжения, управляемого напряжением.
7.	При анализе нелинейной цепи в частотной области нелинейный элемент...	1. Исключают из рассматриваемой цепи путем короткого замыкания; 2. Заменяют его нелинейной математической моделью; 3. Исключают из рассматриваемой цепи путем разрыва цепи; 4. Заменяют его линейной математической моделью.
8.	Частотным анализом называют вычисление напряжений в узлах схемы и токов в ее ветвях как функцию ...	1. Напряжения; 2. Частоты; 3. Времени; 4. Тока.
9.	При анализе нелинейной цепи по постоянному току или во временной области нелинейный элемент ...	1. Заменяют его линейной математической моделью; 2. Заменяют его нелинейной математической моделью; 3. Исключают из рассматриваемой цепи путем разрыва цепи; 4. Исключают из рассматриваемой цепи путем короткого замыкания.
10.	Анализом по постоянному току называют вычисление напряжений в узлах схемы и токов в его ветвях как функцию...	1. Только напряжения; 2. Напряжения или тока; 3. Только тока; 4. Частоты.
11.	Под начальными условиями при моделировании понимаются ...	1. Только токи во всех ветвях схемы в начальный момент времени; 2. Только напряжения во всех узлах схемы в начальный момент времени; 3. Напряжения во всех узлах схемы и токи во всех ее ветвях в начальный момент времени; 4. Напряжения и токи на входе и выходе схемы в начальный момент времени.

12.	При расчете выходного сигнала зависимых источников тока и напряжения значения сигнала вне заданного диапазона изменений аргумента ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полагаются равными их значениям в крайних точках;</li> <li>2. Полагаются равными их значениям рассчитанным путем линейной интерполяции десяти значений, предшествующих крайним точкам;</li> <li>3. Полагаются равными средним значениям сигнала в диапазоне изменения аргумента;</li> <li>4. Не рассчитываются.</li> </ol>
13.	“Проанализировать” электронное устройство означает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По заданным параметрам схемы рассчитать коэффициент передачи;</li> <li>2. По заданному входному воздействию и выходному отклику рассчитать параметры схемы;</li> <li>3. По заданной схеме и входному воздействию найти выходной отклик;</li> <li>4. По заданному коэффициенту передачи рассчитать параметры схемы.</li> </ol>
14.	Под инерционными цепями понимают цепи, содержащие...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диоды;</li> <li>2. Индуктивности или емкости;</li> <li>3. Биполярные транзисторы;</li> <li>4. Полевые транзисторы.</li> </ol>
15.	В системе моделирования Micro-Cap обозначение $IHD(S[,F])$ означает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Коэффициент нелинейных искажений спектра <math>S</math> в процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>;</li> <li>2. Коэффициент нелинейных искажений отдельных составляющих спектра <math>S</math> в процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>;</li> <li>3. Расчет амплитуды гармоник на частоте <math>F</math> в спектре сигнала <math>S</math>;</li> <li>4. Расчет коэффициента гармоник спектра <math>S</math> в процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>.</li> </ol>
16.	При проведении временного анализа “Transient” в системе Micro-Cap основным числовым параметром является...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диапазон изменения напряжений или токов “Range”;</li> <li>2. Диапазон частот “Frequency range”;</li> <li>3. Интервал времени анализа “Time range”;</li> <li>4. Диапазон изменения температур “Temperature”.</li> </ol>
17.	Сложность математической модели устройства определяется, в основном ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Областью применения устройства;</li> <li>2. Сложностью электрической схемы устройства;</li> <li>3. Сложностью входного воздействия;</li> <li>4. Сложностью решения математических уравнений.</li> </ol>
18.	Анализом Фурье называют расчет ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ФЧХ цепи;</li> <li>2. АЧХ цепи;</li> <li>3. Спектра сигнала;</li> <li>4. Коэффициента гармоник.</li> </ol>
19.	При коммутации изменяются параметры ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Емкостей;</li> <li>2. Индуктивностей;</li> <li>3. Активных сопротивлений;</li> <li>4. Всех реактивных элементов.</li> </ol>

20.	Строка “Maximum Time Step” в поле «Числовые параметры» при временном анализе “Transient” в системе Micro-Cap задает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Максимальный шаг интегрирования;</li> <li>2. Количество точек, выводимых в таблицы;</li> <li>3. Интервал анализа по времени;</li> <li>4. Количество точек, отображаемых на графике.</li> </ol>
-----	---	--

### Вариант 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Базовыми элементами математической модели называются...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модели элементарных компонентов, из которых строится математическая модель устройства;</li> <li>2. Компоненты, из которых строится принципиальная схема устройства;</li> <li>3. Модели активных компонентов;</li> <li>4. Модели пассивных компонентов.</li> </ol>
2.	Автоматическое масштабирование по осям X и Y в системе Micro-Cap осуществляется с помощью опции...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Operation Point;</li> <li>2. Auto Scale Ranges;</li> <li>3. State Variables;</li> <li>4. Run Options.</li> </ol>
3.	Передаточные функции, определяемые с помощью линейных управляемых источников, задаваемых преобразованием Лапласа используются для ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Расчета частотных характеристик;</li> <li>2. Переходных процессов в четырехполюснике;</li> <li>3. Расчета по постоянному току;</li> <li>4. Всех видов анализа.</li> </ol>
4.	К основным атрибутам пассивного компонента для проведения анализа в системе Micro-Cap относятся ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Атрибуты минимального “Slider_min” и максимального “Slider_max” значений;</li> <li>2. Атрибут выбора модели “Model”;</li> <li>3. Атрибут выбора корпуса “Package”;</li> <li>4. Позиционное обозначение “Part” и номинальное значение “Value”.</li> </ol>
5.	Параметром резистора является величина его ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сопротивления <math>R</math>.</li> <li>2. Тока <math>I</math>;</li> <li>3. Напряжения <math>U</math>;</li> <li>4. Мощности <math>P</math>.</li> </ol>
6.	В модели Эберса-Молла биполярного транзистора p-n и n-p переходы моделируются с помощью...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Зависимых источников тока, управляемых током;</li> <li>2. Диодов, включенных в прямом и обратном направлениях;</li> <li>3. Резисторов;</li> <li>4. Конденсаторов.</li> </ol>
7.	Базовыми элементами математической модели называются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модели элементарных компонентов, из которых строится математическая модель устройства;</li> </ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>2. Компоненты, из которых строится принципиальная схема устройства;</li> <li>3. Модели активных компонентов;</li> <li>4. Модели пассивных компонентов;</li> </ul>
8.	Уравнения Эберса-Молла описывают математическую модель ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Диода;</li> <li>2. Биполярного транзистора;</li> <li>3. Полевого транзистора;</li> <li>4. Операционного усилителя</li> </ul>
9.	Диапазон изменения напряжений или токов при проведении анализа по постоянному току в системе Micro-Cap задается с помощью числового параметра...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Range;</li> <li>2. Voltage Range;</li> <li>3. Voltage;</li> <li>1. 4. Auto Scale Ranges.</li> </ul>
10.	Напряжение Эрли характеризует степень зависимости тока ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Базы от напряжения эмиттер-база;</li> <li>2. Коллектора от напряжения коллектор-база;</li> <li>3. Эмиттера от напряжения эмиттер-база;</li> <li>4. Эмиттера от напряжения коллектор-база.</li> </ul>
11.	Для линейной цепи ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Оператор зависит от амплитуды входного воздействия;</li> <li>2. Не выполняется принципу суперпозиции;</li> <li>3. Расчет может быть выполнен операторным методом анализа переходных процессов;</li> <li>4. На выходе линейной цепи присутствуют кратные гармоники.</li> </ul>
12.	При анализе нелинейной цепи по постоянному току или во временной области нелинейный элемент ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Заменяют его параметрической математической моделью;</li> <li>2. Заменяют его линейной математической моделью;</li> <li>3. Исключают из рассматриваемой цепи путем разрыва цепи;</li> <li>4. Заменяют его нелинейной математической моделью.</li> </ul>
13.	Под анализом по постоянному току понимают рассчитанные напряжения в узлах схемы и токи во всех ее ветвях как функции ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжения или тока;</li> <li>2. Времени;</li> <li>3. Частоты;</li> <li>4. Мощности.</li> </ul>
14.	Частотным анализом называют вычисление напряжений в узлах схемы и токов в ее ветвях как функцию ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжения;</li> <li>2. Частоты;</li> <li>3. Времени;</li> <li>4. Тока.</li> </ul>
15.	Второй и последующие каскады операционного усилителя моделируются с помощью ...	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Источника напряжения, управляемого напряжением;</li> <li>2. Источника тока, управляемого напряжением;</li> </ul>

		<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Источника напряжения, управляемого током;</li> <li>4. Источника тока, управляемого током.</li> </ol>
16.	<p>Формульный метод применяется для моделирования ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Высокочастотных нелинейных звеньев путем их замены линейным статистическим эквивалентом</li> <li>2. Выходного случайного сигнала произвольным звеном в соответствии с аналитической формулой связи с входным случайным воздействием</li> <li>3. Реального нелинейного звена с выходным сигналом, зависящим от параметра эквивалентным звеном, формирующим статистически эквивалентный сигнал</li> <li>4. Реального звена генератором адекватного в статистическом смысле случайного процесса с точностью до заданных статистических характеристик</li> </ol>
17.	<p>При расчете выходного сигнала зависимых источников тока и напряжения значения выходного сигнала между опорными точками ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Полагаются равными их значениям в крайних точках;</li> <li>2. Полагаются равными их значениям рассчитанным путем линейной интерполяции;</li> <li>3. Полагаются равными средним значениям сигнала в диапазоне изменения аргумента;</li> <li>4. Не рассчитываются.</li> </ol>
18.	<p>Входным каскадом операционного усилителя является ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дифференциальный каскад;</li> <li>2. Инвертирующий каскад;</li> <li>3. Неинвертирующий каскад;</li> <li>4. Однотактный усилительный каскад.</li> </ol>
19.	<p>Фазо - частотной характеристикой линейной цепи называют зависимость ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фазы выходного напряжения от частоты сигнала;</li> <li>2. Разности фаз выходного и входного напряжения от частоты сигнала;</li> <li>3. Фазы входного напряжения от частоты сигнала;</li> <li>4. Фазы и амплитуды выходного напряжения от частоты сигнала.</li> </ol>
20.	<p>Для нелинейной цепи ...</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оператор цепи не зависит от амплитуды входного воздействия;</li> <li>2. Выполняется принцип суперпозиции;</li> <li>3. На выходе присутствуют кратные гармоники.</li> <li>4. Расчет может быть выполнен классическим и методом анализа переходных процессов.</li> </ol>



### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и практических / лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Тарасик, В. П. Математическое моделирование технических систем : учебник / В.П. Тарасик. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2020. - 592 с. - (Высшее образование: Бака-

лавриат). - ISBN 978-5-16-011996-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1042658>

1. Нагаева, И. А. Основы математического моделирования и численные методы : учебное пособие для вузов / И. А. Нагаева, И. А. Кузнецов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-9462-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233252>

### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Юрчук, С. Ю. Методы математического моделирования : учебное пособие / С. Ю. Юрчук. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2018. - 96 с. - ISBN 978-5-906953-43-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1230529>

2. Моисеев, Н. Г. Теория планирования и обработки эксперимента : учебное пособие / Н. Г. Моисеев, Ю. В. Захаров. - Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2018. - 124 с. - ISBN 978-5-8158-2010-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1871543>

3. Пен, Р. З. Статистические методы математического моделирования, анализа и оптимизации технологических процессов : учебное пособие для вузов / Р. З. Пен, В. Р. Пен. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 308 с. — ISBN 978-5-8114-8369-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175505>

4. Трухин, М. П. Компьютерное моделирование и проектирование РЭА: системный подход. Часть 1 : учебник для вузов / М. П. Трухин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-8693-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/197548>

5. Нагаева, И. А. Основы математического моделирования и численные методы : учебное пособие для вузов / И. А. Нагаева, И. А. Кузнецов. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-9462-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/233252>

6. Васильков, Ю. В. Математическое моделирование объектов и систем автоматического управления: учебное пособие / Ю. В. Васильков, Н. Н. Василькова. - Москва : Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 428 с. : ил., табл. — ISBN 978-5-9729-0386-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1167744>

7. Станкевич, С. В. Математическое моделирование физических процессов : учебное пособие / С. В. Станкевич. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2020. - 120 с. - ISBN 978-5-7782-4233-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1869473>

## **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

-Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

-Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

-Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

-Свободная энциклопедия Википедия: <https://ru.wikipedia.org>

-Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

*48 посадочных мест*

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 25 шт., стул – 48 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 6 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 8 Professional (ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года)), Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года)).

#### **Аудитории для проведения практических занятий.**

##### *16 посадочных мест*

Оснащенность: Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) - 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) - 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) - 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 - 17 шт., (возможность доступа к сети «Интернет»), плакат - 5 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007 Professional Plus; CorelDRAW Graphics Suite X5, Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1, антивирусное программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security, 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО), Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

#### **8.2. Помещения для самостоятельной работы :**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2025 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2025 года)

Kaspersky antivirus 6.0.4.142.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть Университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2025 года).

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2025 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2025 года).

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2025 года).

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1.

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО).

4. Санкт-Петербург, Малый проспект В.О., д.83, учебный центр №3, читальные залы.

Аудитории 327-329

Оснащенность: компьютерное кресло 7875 A2S – 35 шт., стол компьютерный – 11 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 16 шт., доска настенная белая - 1 шт., монитор ЖК Philips - 1 шт., монитор HP L1530 15tft - 1 шт., сканер Epson Perf.3490 Photo - 2 шт., системный блок HP6000 – 2 шт; стеллаж открытый - 18 шт., микрофон Д-880 с 071с.ч. - 2 шт., книжный шкаф - 15 шт., парта - 36 шт., стул - 40 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)

MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

5. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, учебный центр №1, читальный зал.

Аудитория 1165

Оснащенность: аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт., сканер K.Filem - 1 шт., копировальный аппарат - 1 шт., кресло – 521AF-1 шт., монитор ЖК HP22 - 1 шт., монитор ЖК S.17 - 11 шт., принтер HP L/Jet - 1 шт., системный блок HP6000 Pro - 1 шт., системный блок Ramec S. E4300 – 10 шт., сканер Epson V350 - 5 шт., сканер Epson 3490 - 5 шт., стол 160×80×72 - 1 шт., стул 525 VFH030 - 12 шт., шкаф каталожный - 20 шт., стул «Кодоба» -22 шт., стол 80×55×72 - 10 шт.

6. Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2-4/45, учебный центр №1, читальный зал.

Аудитория 1171

Оснащенность: книжный шкаф 1000×3300×400-17 шт., стол, 400×180 Титаник «Pico» - 1 шт., стол письменный с тумбой – 37 шт., кресло «Cannes» черное - 42 шт., кресло (кремовое)

– 37 шт., телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT - 1 шт., Монитор Benq 24 - 18 шт., цифровой ИК-трансивер TAIDEN - 1 шт., пульт для презентаций R700-1 шт., моноблок Lenovo 20 HD - 19 шт., сканер Xerox 7600 - 4шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)

MARK-SQL, Ирбис, доступ в Интернет

Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011).

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010).

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17).

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).