

**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**

***ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ  
БАЗЫ***

<b>Уровень высшего образования:</b>	Бакалавриат
<b>Направление подготовки:</b>	11.03.04 Электроника и наноэлектроника
<b>Направленность (профиль):</b>	Промышленная электроника
<b>Квалификация выпускника:</b>	Бакалавр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Выболдин Ю.К.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Основы проектирования электронной компонентной базы» разработана:**

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки, «11.03.04 Электроника и наноэлектроника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 927 от 19 сентября 2017 г.;

– на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и наноэлектроника», направленность (профиль) «Промышленная электроника».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н., доц. 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., доц. И.И. Растворова

**Рабочая программа согласована:**

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

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

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

- получение углубленного профессионального образования по проектированию электронной компонентной базы, позволяющего выпускнику обладать предметно-специализированными компетенциями, способствующими востребованности на рынке труда, обеспечивающего возможность быстрого и самостоятельного приобретения новых знаний, необходимых для адаптации и успешной профессиональной деятельности в области микро- и нанoeлектроники.

### Основные задачи дисциплины:

- изучение принципов схемотехнического моделирования современных радиоэлектронных устройств в системе Micro-Cap, основных положений построения математических моделей радиоэлектронных устройств и расчетов их параметров;
- создание библиотек отечественных активных компонентов;
- освоение методов анализа характеристик радиоэлектронных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.03.04 Электроника и нанoeлектроника» и изучается в 5 семестре.

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы технологии электронной компонентной базы», «Конструирование электронных устройств», «Выполнение и защита выпускной квалификационной работы».

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

Процесс изучения дисциплины «Основы проектирования электронной компонентной базы» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-4	ОПК-4.2. Знает современные инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, используемые для решения задач профессиональной деятельности, и принципы их работы ОПК-4.3. Умеет выбирать и использовать современные информационно-коммуникационные и интеллектуальные технологии, инструментальные среды, программно-технические платформы и программные средства, в том числе отечественного производства, для решения задач профессиональной деятельности
Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного	ПКС-1	ПКС-1.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов ПКС-1.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов ПКС-1.3. Владеет навыками подготовки

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования		принципиальных и монтажных электрических схем
Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	и ПКС-2	<p>ПКС-2.1. Знает принципы построения технического задания при разработке электронных блоков</p> <p>ПКС-2.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации</p> <p>ПКС-2.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами</p>
Способен разрабатывать проектную техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	и ПКС-3	<p>ПКС-3.1. Знает основные этапы проектирования и создания средств промышленной электроники; принципы выбора конструкторских решений; физический смысл, методы расчетов параметров математических моделей активных компонентов</p> <p>ПКС-3.2. Умеет формулировать цель решения проектной задачи, осуществлять выбор метода её решения; пользоваться справочниками и ГОСТами; оформлять конструкторскую и техническую документацию; формулировать цель решения проектной задачи, осуществлять выбор метода её решения</p> <p>ПКС-3.3. Владеет методами и средствами разработки и оформления технической документации; методикой функционального и модульного проектирования функциональных узлов на основе печатных плат; методикой проведения компоновочных расчетов при проектировании функциональных узлов</p>
Способен выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники	ПКС-4	<p>ПКС-4.1. Знает принципы учета видов и объемов производственных работ</p> <p>ПКС-4.2. Умеет осуществлять регламентное обслуживание оборудования</p>

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
<b>Аудиторные работы, в том числе:</b>	<b>51</b>	<b>51</b>
Лекции (Л)	17	17
Практические занятия (ПЗ)	17	17
Лабораторные работы (ЛР)	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>57</b>	<b>57</b>
Выполнение курсовой работы (проекта)	-	-
Подготовка к практическим занятиям	40	40
Подготовка к лабораторным занятиям	17	17
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э)</b>	<b>Э (36)</b>	<b>Э (36)</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>ак. час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

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

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента,
1.	Раздел 1 Математические основы моделирования компонентов РЭС различного уровня сложности	26	7	5	-	14
2.	Раздел 2 Алгоритмы анализа аналоговых и цифровых устройств	36	4	6	12	14
3.	Раздел 3 Методы оптимизации проектных решений. Методы моделирования полей	22	4	4	-	14
4.	Раздел 4 Использование пакетов прикладных программ	24	2	2	5	15
		<b>108</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>57</b>
	<b>Подготовка к экзамену:</b>	<b>36</b>				
	<b>Всего:</b>	<b>144</b>				

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Математические основы моделирования компонентов РЭС различного уровня сложности	Введение. Назначение дисциплины и её место в учебном плане. Содержание дисциплины. Базовые элементы математических моделей компонентов. Математические модели биполярных транзисторов. Модель Эберса-Молла. Справочные данные биполярного транзистора. Математические модели полевых транзисторов. Основные сведения об операционных усилителях. Математические модели операционных усилителей. Полная макро модель операционного усилителя.	7
2.	Алгоритмы анализа аналоговых и цифровых устройств	Основные этапы решений задач анализа. Система уравнений узловых напряжений - основная математическая модель радиоэлектронного устройства. Система уравнений узловых напряжений и дополнительных нелинейных уравнений для нелинейных радиоэлектронных устройств в статическом режиме.	4
3.	Методы оптимизации проектных решений	Постановка задачи оптимизации параметров электронных схем. Критерии оптимальности. Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона. Оптимизация при ограничениях.	4
4.	Использование пакетов прикладных программ	Основные сведения о системе схемотехнического моделирования Micro-Cap. Перечень решаемых задач. Главное меню системы. Основные этапы работы в системе. Каталоги библиотек аналоговых и цифровых компонентов. Предварительное редактирование библиотеки компонентов.	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 1.	Расчёты параметров модели Эберса-Молла для биполярных транзисторов	3
		Расчёты параметров модели униполярных (полевых) транзисторов с управляющим р-п-переходом	
2.	Раздел 2.	Расчёты параметров макро модели операционного усилителя (ОУ)	2
		Численный метод решений уравнений линейных и линеаризованных устройств в задачах анализа частотных характеристик.	3
		Решения задач анализа временных характеристик нелинейных устройств методом многошагового процесса решения задачи анализа статического режима.	3

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
3.	Раздел 3.	Прямые методы поиска оптимальных решений.	2
		Метод Хука-Дживса.	2
4.	Раздел 4.	Редактирование библиотеки компонентов в процессе создания	2
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2.	Изучение диалогового окна атрибутов компонентов и методов проведения анализа статического режима в системе Micro-Cap	4
		Изучение методов проведения анализа во временной области в системе Micro-Cap	4
		Изучение методов проведения анализа частотных характеристик в системе Micro-Cap	4
2.	Раздел 4.	Анализ Фурье. Расчеты коэффициентов гармоник. Многовариантный анализ в системе Micro-Cap	5
<b>Итого:</b>			<b>17</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

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.

**Лабораторные занятия.** Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**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 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**

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

#### **Раздел 1. Математические основы моделирования компонентов РЭС различного уровня сложности**

1. Применение системы автоматизации проектирования САПР в сквозном цикле “разработка-внедрение”.
2. Физические принципы работы биполярного транзистора.
3. Модель Гуммеля-Пуна.
4. Физические принципы работы полевого транзистора с управляющим  $p$ - $n$ -переходом и МОП - транзисторов.
5. Принципы построения макромоделей операционного усилителя.

#### **Раздел 2. Алгоритмы анализа аналоговых и цифровых устройств**

1. Система уравнений узловых напряжений - основная математическая модель радиоэлектронного устройства
2. Численный метод решений уравнений линейных и линеаризованных устройств в задачах анализа частотных характеристик.
3. Решения задач анализа временных характеристик нелинейных устройств методом многошагового процесса решения задачи анализа статического режима
4. Смешанная аналого-цифровая цепь и ее схема замещения.
5. Аналого-цифровой интерфейс. Цифроаналоговый интерфейс.

#### **Раздел 3. Методы оптимизации проектных решений**

1. Критерии оптимальности.
2. Прямые методы поиска оптимальных решений.
3. Градиентные методы поиска. Метод наискорейшего спуска.
4. Метод сопряженных градиентов. Метод Ньютона.
5. Оптимизация при ограничениях.

#### **Раздел 4. Использование пакетов прикладных программ**

1. Главное меню системы. Основные этапы работы в системе.
2. Каталоги библиотек аналоговых и цифровых компонентов.
3. Предварительное редактирование библиотеки компонентов.
4. Графический ввод компонентов схемы.
5. Типы вводимых компонентов. Диалоговое окно атрибутов компонентов.

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

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

1. Применение системы автоматизации проектирования САПР в сквозном цикле “разработка-внедрение”.
2. Базовые элементы математических моделей компонентов.
3. Напишите уравнения моделей резистора, конденсатора и индуктивности во временной области.
4. Напишите уравнение статической модели полупроводникового диода.
5. Физические принципы работы биполярного транзистора.
6. Что представляют собой независимые и зависимые (управляемые) источники напряжения и тока.
7. Что является параметром источника тока управляемого током.



8. Что является параметром источника напряжения, управляемого током?
9. Что является параметром источника тока управляемого напряжением.
10. Модель Эберса-Молла для расчетов статических и временных характеристик биполярного транзистора.
11. Параметры моделей биполярного транзистора.
12. По какой причине возникнет ток базы?
13. Как определить коэффициент передачи по току при включении транзистора с ОЭ.
14. Учет температурных зависимостей в моделях биполярного транзистора.
15. Определение параметров модели биполярного транзистора по справочным данным.
16. Как моделируются собираемые токи?
17. Что такое эффект Эрли?
18. Особенности математической модели биполярного транзистора Гуммеля-Пуна.
19. Физические принципы работы полевого транзистора с управляющим  $p-n$ -переходом и МОП – транзисторов.
20. Уравнение статического режима полевого транзистора.
21. Параметры моделей полевых транзисторов.
22. Определение параметров модели полевого транзистора по справочным данным.
23. Основные параметры операционного усилителя.
24. Определение параметров модели операционного усилителя по справочным данным.
25. Основные этапы решений задач анализа.
26. Система уравнений узловых напряжений - основная математическая модель радиоэлектронного устройства.
27. Численный метод решений уравнений линейных и линеаризованных устройств в задачах анализа частотных характеристик.
28. Модели смешанных аналого-цифровых устройствах.
29. Перечень решаемых задач в системе схемотехнического моделирования Micro-Cap.
30. Основные этапы работы в системе схемотехнического моделирования Micro-Cap.
31. Команды, числовые параметры, вывод результатов моделирования, выражения, опции, используемые в системе схемотехнического моделирования Micro-Cap
32. Анализ переходных процессов.
33. Анализ частотных характеристик.
34. Многовариантный анализ в системе схемотехнического моделирования Micro-Cap.
35. Проблема точности, сходимости и времени решений задач анализа.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант № 1.

№ 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.	При расчете переходных процессов по передаточным функциям, задаваемых с помощью линейных управляемых источников ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Переменная <math>S</math> в преобразовании Лапласа заменяется на <math>2\pi jF</math>;</li> <li>2. Переменная <math>S</math> в преобразовании Лапласа полагается равной нулю;</li> <li>3. Используются управляющие переменные, которые могут быть токами в узлах или разностью потенциалов между узлами;</li> <li>4. Рассчитывается свертка импульсной</li> </ol>

		характеристики с входным сигналом.
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.	Уравнения Эберса-Молла без учета напряжения Эрли описывают нелинейную модель биполярного транзистора...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только при переходе из области насыщения в рабочую область;</li> <li>2. Только в рабочей области;</li> <li>3. Только в области насыщения;</li> <li>4. Только при переходе из рабочей области в нелинейную область.</li> </ol>
5.	Параметром источника напряжения, управляемого напряжением является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крутизна, имеющая размерность А/В;</li> <li>2. Величина, имеющая размерность сопротивления;</li> <li>3. Величина, имеющая размерность напряжения;</li> <li>4. Коэффициент передачи по напряжению.</li> </ol>
6.	В модели Эберса-Молла биполярного транзистора собираемые токи моделируются с помощью ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диодов, включенных в прямом и обратном направлениях;</li> <li>2. Зависимых источников тока, управляемых током;</li> <li>3. Резисторов;</li> <li>4. Конденсаторов и индуктивностей.</li> </ol>
7.	При анализе нелинейной цепи в частотной области нелинейный элемент ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исключают из рассматриваемой цепи путем короткого замыкания;</li> <li>2. Заменяют его нелинейной математической моделью;</li> <li>3. Исключают из рассматриваемой цепи путем разрыва цепи;</li> <li>4. Заменяют его линейной математической моделью.</li> </ol>
8.	“Проанализировать” электронное устройство означает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. По заданному входному воздействию и выходному отклику рассчитать параметры схемы;</li> <li>2. По заданным параметрам схемы рассчитать коэффициент передачи;</li> <li>3. По заданному коэффициенту передачи рассчитать параметры схемы;</li> <li>4. По заданной схеме и входному воздействию найти выходной отклик.</li> </ol>

9.	При анализе нелинейной цепи по постоянному току или во временной 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. Исключают из рассматриваемой цепи путем короткого замыкания.</li> </ol>
10.	При напряжении между стоком и истоком больше напряжения насыщения, горловина канала сместится ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Влево, длина канала уменьшится, и ток стока уменьшится;</li> <li>2. Вправо, длина канала увеличится, и ток стока уменьшится;</li> <li>3. Влево, длина канала уменьшится, и ток стока увеличится;</li> <li>4. Вправо, длина канала увеличится, и ток стока увеличится;</li> </ol>
11.	Под начальными условиями при моделировании понимаются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Только токи во всех ветвях схемы в начальный момент времени;</li> <li>2. Только напряжения во всех узлах схемы в начальный момент времени;</li> <li>3. Напряжения во всех узлах схемы и токи во всех ее ветвях в начальный момент времени;</li> <li>4. Напряжения и токи на входе и выходе схемы в начальный момент времени.</li> </ol>
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.	Простейшую математическую модель ОУ обычно представляют в виде источника ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Тока, управляемого током;</li> <li>2. Напряжения, управляемого током;</li> <li>3. Напряжения, управляемого напряжением;</li> <li>4. Тока, управляемого напряжением.</li> </ol>
14.	Коэффициент модуляции длины канала характеризует степень зависимости тока...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стока от напряжения сток-затвор;</li> <li>2. Истока от напряжения сток-исток;</li> <li>3. Стока от напряжения затвор-исток;</li> <li>4. Стока от напряжения сток-исток.</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</li> </ol>

		<p>процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>;</p> <p>3. Расчет амплитуды гармоник на частоте <math>F</math> в спектре сигнала <math>S</math>;</p> <p>4. Расчет коэффициента гармоник спектра <math>S</math> в процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>.</p>
16.	При анализе нелинейной цепи по постоянному току или во временной области нелинейный элемент...	<p>1. Заменяют его линейной математической моделью;</p> <p>2. Заменяют его нелинейной математической моделью;</p> <p>3. Исключают из рассматриваемой цепи путем разрыва цепи;</p> <p>4. Исключают из рассматриваемой цепи путем короткого замыкания.</p>
17.	ЭДС, возникающая в индуктивности, прямо пропорциональна...	<p>1. Скорости изменения тока, протекающего через индуктивность;</p> <p>2. Скорости изменения напряжения, приложенного к индуктивности;</p> <p>3. Току, протекающему через индуктивность;</p> <p>4. Интегралу от тока, протекающего через индуктивность.</p>
18.	Параметром резистора является величина его...	<p>1. Сопротивления;</p> <p>2. Тока;</p> <p>3. Напряжения;</p> <p>4. Мощности <math>P</math>.</p>
19.	При коммутации изменяются параметры ...	<p>1. Емкостей;</p> <p>2. Индуктивностей;</p> <p>3. Активных сопротивлений;</p> <p>4. Всех реактивных элементов.</p>
20.	Коэффициент подавления синфазной помехи операционного усилителя моделируется с помощью...	<p>1. Источника напряжения, управляемого напряжением;</p> <p>2. Неравенства сопротивлений в коллекторных плечах дифференциального каскада;</p> <p>3. Источника напряжения, управляемого током;</p> <p>4. Источника тока, управляемого напряжением.</p>

Вариант № 2.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Базовыми элементами математической модели называются ...	<p>1. Модели элементарных компонентов, из которых строится математическая модель устройства;</p> <p>2. Компоненты, из которых строится принципиальная схема устройства;</p> <p>3. Модели активных компонентов;</p> <p>4. Модели пассивных компонентов.</p>

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.	Под частотой второго полюса ОУ понимается частота $f_{p2}$ , при которой коэффициент усиления $K_u$ равен ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0 дБ/дек;</li> <li>2. 10 дБ/дек;</li> <li>3. 20 дБ/дек;</li> <li>4. 40 дБ/дек.</li> </ol>
5.	Переходная характеристика цепи является выходным откликом на входной ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Прямоугольный импульс;</li> <li>2. Треугольный импульс;</li> <li>3. Единичный скачок;</li> <li>4. Дельта-импульс.</li> </ol>
6.	Интеграл Дюамеля позволяет находить форму сигнала на выходе цепи, если известна ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Амплитудная характеристика;</li> <li>2. Импульсная характеристика;</li> <li>3. Переходная характеристика ;</li> <li>4. Амплитудно- частотная характеристика.</li> </ol>
7.	В системе моделирования MICROCAP буква "m" обозначает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10;</li> <li>2. <math>10^3</math> ;</li> <li>3. <math>10^6</math> ;</li> <li>4. <math>10^9</math> .</li> </ol>
8.	Напряжение смещения операционного усилителя моделируется с помощью ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Источника тока, управляемого напряжением;</li> <li>2. Источника напряжения, управляемого током;</li> <li>3. Неравенства сопротивлений в коллекторных плечах дифференциального каскада;</li> <li>4. Источника напряжения, управляемого напряжением.</li> </ol>
9.	Диапазон изменения напряжений или токов при проведении анализа по постоянному току в системе Micro-Cap задается с помощью числового параметра...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Range;</li> <li>2. Voltage Range;</li> <li>3. Voltage;</li> <li>5. 4. Auto Scale Ranges.</li> </ol>
10.	Коэффициент модуляции длины канала характеризует степень	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Стока от напряжения сток-исток;</li> <li>2. Стока от напряжения затвор-исток;</li> </ol>

	зависимости тока...	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Истока от напряжения затвор-исток;</li> <li>4. Стока от напряжения сток-затвор.</li> </ol>
11.	Для линейной цепи ...	<ol 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> </ol>
12.	При анализе нелинейной цепи по постоянному току или во временной области нелинейный элемент ...	<ol 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> </ol>
13.	Под анализом по постоянному току понимают рассчитанные напряжения в узлах схемы и токи во всех ее ветвях как функции ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжения или тока;</li> <li>2. Времени;</li> <li>3. Частоты;</li> <li>4. Мощности.</li> </ol>
14.	Частотным анализом называют вычисление напряжений в узлах схемы и токов в ее ветвях как функцию ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжения;</li> <li>2. Частоты;</li> <li>3. Времени;</li> <li>4. Тока.</li> </ol>
15.	Второй и последующие каскады операционного усилителя моделируются с помощью ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Источника напряжения, управляемого напряжением;</li> <li>2. Источника тока, управляемого напряжением;</li> <li>3. Источника напряжения, управляемого током;</li> <li>4. Источника тока, управляемого током.</li> </ol>
16.	Напряжение между стоком и истоком, при котором перекрывается горловина канала, называется напряжением ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эрли;</li> <li>2. Отсечки;</li> <li>3. Смещения;</li> <li>4. Насыщения.</li> </ol>
17.	При проведении временного анализа "Transient" в системе Micro-Cap основным числовым параметром является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Интервал времени анализа "Time range";</li> <li>2. Диапазон частот "Frequency range";</li> <li>3. Диапазон изменения напряжений или токов "Range";</li> <li>4. Диапазон изменения температур</li> </ol>

		“Temperature”.
18.	Фазо - частотной характеристикой линейной цепи называют зависимость ...	<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>
19.	Для нелинейной цепи ...	<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>
20.	При расчете выходного сигнала зависимых источников тока и напряжения значения выходного сигнала между опорными точками ...	<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>

Вариант № 3.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	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>
2.	В системе моделирования MICROCAP буква “U” обозначает ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>10^{-1}</math>;</li> <li>2. <math>10^{-3}</math> ;</li> <li>3. <math>10^{-6}</math> ;</li> <li>4. <math>10^{-9}</math> .</li> </ol>
3.	Амплитудно-частотная характеристика цепи является зависимостью ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Модуля комплексного коэффициента передачи от частоты;</li> <li>2. Вещественной части комплексного</li> </ol>

		<p>коэффициента передачи от частоты;</p> <p>3. Модуля спектральной плотности входного сигнала от частоты;</p> <p>4. Модуля спектральной плотности выходного сигнала от частоты.</p>
4.	Передаточная характеристика цепи является прямым преобразованием Фурье для ...	<p>1. Переходной характеристика цепи;</p> <p>2. Импульсной характеристики цепи;</p> <p>3. Входного сигнала;</p> <p>4. Выходного сигнала.</p>
5.	Напряжение Эрли характеризует степень зависимости тока...	<p>1. Эмиттера от напряжения эмиттер-база;</p> <p>2. Коллектора от напряжения эмиттер-база;</p> <p>3. Коллектора от напряжения коллектор-база.</p> <p>4. Базы от напряжения эмиттер-база.</p>
6.	Алгебраическая сумма напряжений на сопротивлениях, входящих в любой замкнутый контур равна ...	<p>1. Произведению алгебраической суммы токов в узле и общего сопротивления схемы;</p> <p>2. Алгебраической сумме ЭДС;</p> <p>3. Алгебраической сумме ЭДС в контуре, уменьшенной на величину вносимых напряжений, связанных контуров;</p> <p>4. Разности произведения тока в контуре и его общего сопротивления и величины вносимых напряжений, связанных контуров.</p>
7.	Простейшую математическую модель ОУ обычно представляют в виде источника ...	<p>1. Напряжения, управляемого током;</p> <p>2. Напряжения, управляемого напряжением;</p> <p>3. Тока, управляемого напряжением;</p> <p>4. Тока, управляемого током.</p>
8.	В системе моделирования MICROCAP обозначение $THD(S,F)$ означает ...	<p>1. Коэффициент нелинейных искажений спектра <math>S</math> в процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>;</p> <p>2. Коэффициент нелинейных искажений отдельных составляющих спектра <math>S</math> в процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>;</p> <p>3. Расчет амплитуды гармоник на частоте <math>F</math> в спектре сигнала <math>S</math>;</p> <p>4. Расчет коэффициента гармоник спектра <math>S</math> в процентах относительно уровня составляющей на частоте <math>F</math>.</p>



9.	Амплитудно - частотной характеристикой линейной цепи называют зависимость ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выходного напряжения от частоты;</li> <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.	Уравнения Эберса-Молла описывают математическую модель...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Диода;</li> <li>2. Биполярного транзистора;</li> <li>3. Полевого транзистора;</li> <li>4. Операционного усилителя.</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.	Если при выполнении преобразования Фурье число используемых гармоник возросло с 10 до 20, то время расчета ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Не изменилось;</li> <li>2. Увеличилось в два раза;</li> <li>3. Увеличилось в четыре раза;</li> <li>4. Увеличилось в шестнадцать раз.</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.	К основным атрибутам пассивного компонента для проведения анализа в системе Micro-Cap относятся ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Атрибут выбора корпуса "Package";</li> <li>2. Позиционное обозначение "Part" и номинальное значение "Value";</li> <li>3. Атрибут выбора модели "Model";</li> <li>4. Атрибуты минимального "Slider_min" и максимального "Slider_max" значений.</li> </ol>
17.	Если $U$ - вектор-столбец потенциалов схемы, $Y$ - квадратная матрицы проводимости схемы, $I$ -вектор	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>U = IY^{-1}</math>;</li> </ol>

	задающих токов схемы, то согласно методу узловых потенциалов ...	2. $I = UY^{-1}$ ; 3. $I = Y^{-1}U$ ; 4. $U = Y^{-1}I$ .
18.	При проведении временного анализа “Transient” в системе Micro-Cap основным числовым параметром является ...	1. Диапазон изменения напряжений или токов “Range”; 2. Диапазон частот “Frequency range”; 3. Интервал времени анализа “Time range”; 4. Диапазон изменения температур “Temperature”.
19.	Канал полностью перекрывается, и ток стока прекращается при напряжении, называемом напряжением ...	1. Насыщения; 2. Смещения; 3. Стока; 4. Отсечки.
20.	Погрешность, при вычислении коэффициентов ряда Фурье можно уменьшить, если использовать ...	1. На каждом интервале $\Delta t$ аналитическое интегрирование функций $\cos(kw_1x)$ и $\sin(kw_1x)$ ; 2. Уменьшение частоты временных отсчетов; 3. Масштабирование до аппроксимации; 4. Масштабирование полученных коэффициентов ряда Фурье.

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

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

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

*Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Амелина М.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10 [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.А. Амелина, С.А. Амелин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 632 с.

<https://e.lanbook.com/book/53665>

2. Аверченков В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Аверченков В.И., Федоров В.П., Хейфец М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Брянск: Брянский государственный технический университет, 2012.— 271 с.

<http://www.bibliocomplectator.ru/book/?id=7003>

3. Муромцев Д.Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с.

<https://e.lanbook.com/book/42192>

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Прикладная информатика: справочник [Электронный ресурс] : справ. — Электрон. дан. — Москва : Финансы и статистика, 2008. — 768 с.

<https://e.lanbook.com/book/28353>

Смирнов, Ю.А. Физические основы электроники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 560 с.

<https://e.lanbook.com/book/5856>

2. Герман-Галкин, С.Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с.

<https://e.lanbook.com/book/36998>

3. Орлов, Г.А. Полупроводниковые элементы электронных устройств [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Орлов, А.К. Токарев. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 91 с.

<https://e.lanbook.com/book/52336>

4. Загидуллин, Р.Ш. Исследование полупроводниковых диодов в MicroCap, Multisim и MathCAD [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.Ш. Загидуллин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 140 с.

<https://e.lanbook.com/book/103346>

5. Загидуллин, Р.Ш. Исследование полупроводниковых диодов в MicroCap, Multisim и MathCAD [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р.Ш. Загидуллин. — Электрон. дан. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 140 с.

<https://e.lanbook.com/book/103346>

6. Юрков, Н.К. Технология производства электронных средств [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 480 с.

<https://e.lanbook.com/book/41019>

7. Подвигалкин, В.Я. Робот в технологическом модуле [Электронный ресурс] : монография / В.Я. Подвигалкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 140 с.

<https://e.lanbook.com/book/106878>

8. Горбатюк, С.М. Автоматизированное проектирование оборудования и технологий : курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.М. Горбатюк, М.Г. Наумова, А.Ю. Зарапин. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2015. — 62 с.

<https://e.lanbook.com/book/93646>

### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента**

1. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств: Методические указания по выполнению курсовой работы. Сост.: Ю.К. Выболдин, С.И. Малинин. СПб.: Национальный минерально-сырьевой университет “Горный”, 2014— 38 с.

2. Ощепков А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Ю. Ощепков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 208 с.

<https://e.lanbook.com/book/104954>

3. Фролов В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с.

<https://e.lanbook.com/book/106890>

4. Новиков Ю.Н. Основные понятия и законы теории цепей, методы анализа процессов в цепях [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 368 с. <https://e.lanbook.com/book/691>

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

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

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>

3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>

4. Консультант Плюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).

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

6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

9. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).

11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>

12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»: <https://e.lanbook.com/books>.

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

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

15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).

16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»». <http://rucont.ru/>

17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

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

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

Проведение лабораторных занятий требует наличия специализированных учебных стендов научно-исследовательского и учебно-лабораторного комплекса National Instruments по заявленной номенклатуре лабораторных работ, оснащённых современной контрольно-измерительной аппаратурой.

Специализированные аудитории учебно-лабораторного комплекса National Instruments, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### **Аудитории для проведения лекционных занятий (Учебный центр №2):**

*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 и лабораторных работ (Учебный центр №2):**

*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 BFH030 - 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

## **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: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

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)

### **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., балон 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., стуля – 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)

4. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения"