

**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  
доцент Д.Г. Петраков

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	<i>Магистратура</i>
<b>Направление подготовки:</b>	<i>11.04.04 –Электроника и наноэлектроника</i>
<b>Направленность (профиль):</b>	<i>Силовая электроника</i>
<b>Квалификация выпускника:</b>	<i>магистр</i>
<b>Форма обучения:</b>	<i>очная</i>
<b>Составитель:</b>	<i>к.т.н. Добуш В.С.</i>

**Санкт-Петербург**

**Рабочая программа дисциплины «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств»** составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника» и уровню высшего образования магистратура, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации (далее – Минобрнауки России) от 19.09.2017 г. № 927;
- на основании учебного плана подготовки по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и наноэлектроника (уровень магистратуры)» профиль «Силовая электроника».

Составитель \_\_\_\_\_ к.т.н. В.С. Добуш

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей электротехники от 31.01.2022 г., протокол № 10.**

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н. Я.Э. Шклярский

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств» является ознакомление студентов с основными принципами и методологиями современного автоматизированного проектирования проектных работ при создании электронных средств, Целью изучения в практическом плане является овладение основными методами и приемами решения задач по основным разделам дисциплины с использованием средств автоматизации проектирования.

Основной задачей дисциплины «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств» является изучение современных САПР, алгоритмов и формальных процедур решения основных задач схемотехнического проектирования и моделирования на ЭВМ цифровых и аналоговых электронных схем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств» относится к дисциплинам «по выбору» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (уровень магистратуры)» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств» являются «Физика», «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники».

Дисциплина «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств» является основополагающей для прохождения «Преддипломной практики» и «Выполнения и защиты выпускной квалификационной работы».

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

Процесс изучения дисциплины «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов	ПКС-3	ПКС-3.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований ПКС-3.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования ПКС-3.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов
Способен самостоятельно разрабатывать модели исследуемых процессов, электронной компонентной базы, приборов и устройств силовой электроники	ПКС-8	ПКС-8.1. Знает: основные факты, базовые концепции, принципы, модели и методы в области силовых цепей; источники стандартов в областях электробезопасности и коммуникационных протоколов; современные базовые технологии прямого цифрового управления ПКС-8.2. Умеет: проводить имитационное моделирование устройств силовой электроники на современных системах автоматизированного

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
		проектирования типа «Spice»; производить настройку программного обеспечения верхнего уровня; пользоваться средствами измерения показателей качества электроэнергии ПКС-8.3. Владеет информацией о тенденциях и перспективах развития современных и инструментальных средств для решения практических и общенаучных задач в области силовой электроники

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоемкость дисциплины «Современные системы автоматизированного проектирования электронных устройств» составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Лекции	9	9
Лабораторные работы (ЛР)	27	27
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
Подготовка к лабораторным занятиям	36	36
Вид промежуточной аттестации - зачет	-	-
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
	<b>ак. час.</b>	<b>72</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, 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, в том числе курсовая работа (проект)
1.	Раздел 1. Структура и виды САПР	14	2	-	-	12
2.	Раздел 2. Моделирование электронной аппаратуры	34	4	-	20	10
3.	Раздел 3. Автоматизированное проектирование устройств и компонентов силовой электроники	24	3	-	7	14
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>27</b>	<b>36</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Структура и виды САПР	Введение. Процесс проектирования. Основные понятия и определения	2
2.	Моделирование электронной аппаратуры	Классификация моделей, используемых при автоматизированной проектировании. Виды моделирования на разных стадиях проектирования устройств электронной техники	4
3.	Автоматизированное проектирование устройств и компонентов силовой электроники	Проектирование устройств силовой электроники Алгоритм проектирования силовых полупроводниковых ключей	3
<b>Итого:</b>			<b>9</b>

#### 4.2.3. Практические (семинарские) занятия

*Практические (семинарские) занятия не предусмотрены*

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Раздел 2.	Основные инструментари Simulink	6
		Анализ динамических свойств устройств силовой электроники	6
		Анализ свойств силовой электроники в частотной области	4
		Создание виртуальной лаборатории в среде Matlab-simulink	4
2.	Раздел 3.	Вторичные источники питания в полупроводниковом электроприводе	7
<b>Итого:</b>			<b>27</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.

**Лабораторная работа**— вид самостоятельной исследовательской деятельности студента по освоению предметной части изучаемой дисциплины. Данный вид деятельности включает в себя как подготовку студента в домашних условиях, так и работу на рабочем месте в лаборатории. Выполнение лабораторных направлено на приобретение навыков обработки и осмысления первичных результатов практической работы.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета) 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 текущего контроля успеваемости**

#### **6.1. Тематика для самостоятельной подготовки**

##### **. Раздел 1. Структура и виды САПР**

1. Программное обеспечение MEMS Pro .
2. Пакет CoventorWare .
3. Пакет IntelliSuite
4. Универсальные САЕ-системы .
5. Численное моделирование.

**Раздел 3. Автоматизированное проектирование устройств и компонентов силовой электроники**

1. Проект в программе-оболочке GENESIS.
2. Алгоритм моделирования технологии создания n-МОП транзистора.
3. Создание физико-технологической модели n-МОП транзистора с помощью программы DIOS.
4. Оптимизация расчетной сетки с помощью программы MDRAW.
5. Расчет передаточной характеристики, определение порогового напряжения и крутизны характеристики n-МОП транзистора

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

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к зачету (по дисциплине):**

1. Какие основные функциональные возможности программы AutoCAD?
2. Маршрут проектирования ПП
3. Алгоритм создания посадочного места под корпус электронных компонентов
4. Этапы конструкторско-технологической подготовки производства ЭУз
5. Организация библиотек в САПР печатных плат
6. Что включает посадочное место под корпус ЭК?
7. Какие бывают контактные площадки, в чем их различия?
8. С каким расширением сохраняется библиотека посадочных мест?
9. В каком слое создается графика корпуса?
10. В каком слое создается планарная КП в Altium Designer?
11. Для чего создается УГО ЭК при проектировании печатных плат?
12. Что включает УГО ЭК?

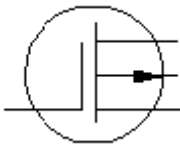
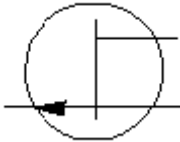
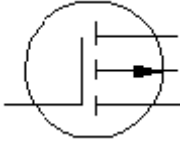
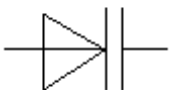

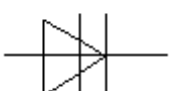
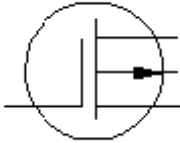
13. Что такое вентиль МС?
14. В какой подпрограмме создается принципиальная электрическая
15. схема?
16. Какие команды используются при оформлении схемы?
17. Что указывают в параметре Value в УГО на схеме?
18. Какие используют стили порта?
19. С каким расширением сохраняется файл схемы в Altium Designer?
20. В каком случае используется автоматическое размещение на
21. практике?
22. Зачем нужно ориентировать параллельно двухрядные корпуса?
23. Какова цель оптимизации связей?
24. Что отражается в окне Engineering Change Order?
25. Что содержит файл PCBDoc, а что – PrjPCB?
26. Для чего необходимо соблюдать ориентацию проводников?
27. Зачем объединять цепи в класс?
28. Что такое DRC-контроль?
29. Какова должна быть минимальная ширина проводника по 3 классу точности?
30. Если нарисовать рамку в слое Top Layer, какие ошибки могут возникнуть в ходе проектирования?

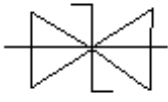
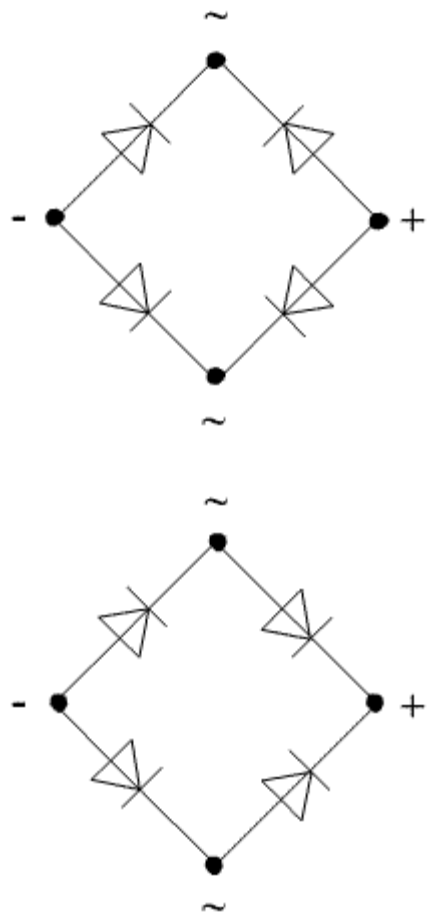
### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

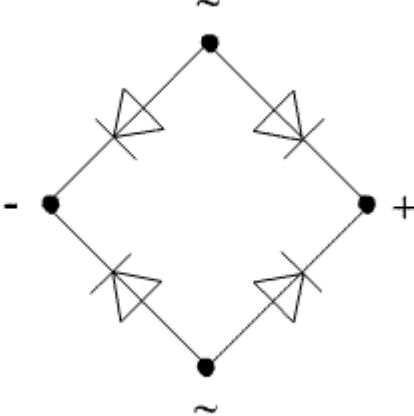
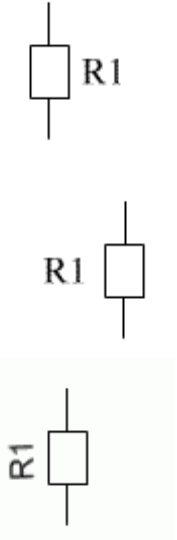
№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Что такое САПР	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организационно-техническая система, состоящая из комплекса средств автоматизации проектирования, взаимосвязанного с необходимыми подразделениям проектной организации П1, П2,... , Пn или коллективом специалистов.</li> <li>2. Система, предназначенная для автоматизации научных экспериментов, а также для осуществления моделирования исследуемых объектов, явлений и процессов, изучение которых традиционными средствами затруднено или невозможно;</li> <li>3. Совокупность алгоритмов и программ, необходимых для управления системой и решения с ее помощью задач обработки информации вычислительной техникой.</li> <li>4. Проектирование, при котором все преобразования описаний объекта и алгоритма его функционирования осуществляется без участия человека.</li> </ol>
2.	Что такое проектирование?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Это процесс создания описания, необходимого для построения в заданных условиях еще не существующего объекта.</li> <li>2. Это готовый материал, который необходим для построения в заданных условиях еще не существующего</li> </ol>

		<p>объекта.</p> <p>3. Совокупность проектных документов в соответствии с установленным перечнем, в котором представлен результат проектирования.</p> <p>4. Процесс описания определенного объекта.</p>
3.	Какие графические примитивы используются в AutoCAD?	<p>1. Точка, отрезок, окружность, дуга, текст, полилиния.</p> <p>2. Точка, полилиния, полигон, окружность.</p> <p>3. Точка, линия, ломаная линия, полигон, полилиния, окружность, дуга, текст.</p> <p>4. Кривая Безье, бета-сплайн.</p>
4.	Какие примитивы относятся к простым?	<p>1. Полилиния, мультилиния, мультитекст, размер, выноска, допуск, штриховка.</p> <p>2. Точка, отрезок, круг (окружность),</p> <p>3. Дуга, прямая, луч,</p> <p>4. Эллипс, сплайн, текст.</p>
5.	Какие примитивы относятся к сложным?	<p>1. Полилиния, мультилиния, мультитекст, размер, выноска, допуск, штриховка и т.д.</p> <p>2. точка, отрезок, круг (окружность), дуга,</p> <p>3. Прямая, луч, эллипс, сплайн, текст.</p> <p>4. Рисунки, графити, графика, полоса, фигура.</p>
6.	Типы слоев в Altium Designer	<p>1. Электрические слои (Electrical Layers)</p> <p>2. Механические слои (Mechanical Layers)</p> <p>3. Специальные слои</p> <p>4. верны все варианты</p>
7.	Типы специальных слоев в Altium Designer:	<p>1. Top Solder и Bottom Solder</p> <p>2. Top Paste и Bottom Paste</p> <p>3. Top Overlay и Bottom Overlay</p> <p>4. верны все варианты</p>
8.	К графическим объектам Altium Designer б относятся:	<p>1. линия (Line);</p> <p>2. дуга, эллиптическая дуга (Arc, Elliptical Arc);</p> <p>3. эллипс, в частности, окружность (Ellipse);</p> <p>4. верны все варианты</p>
9.	К электрическим объектам Altium Designer б относятся:	<p>1. схемные компоненты (Schematic Component), с их электрическими выводами;</p> <p>2. линии электрической связи (Wire – проводник);</p> <p>3. линии групповой связи (Bus);</p> <p>4. верны все варианты</p>
10.	Виды анализа в ANSYS	<p>1. статический анализ (Static);</p> <p>2. динамический модальный анализ (Modal);</p> <p>3. динамический гармонический анализ (Harmonic);</p> <p>4. верны все варианты</p>

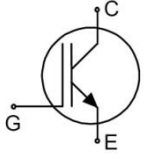
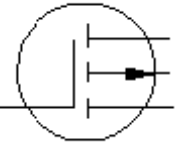
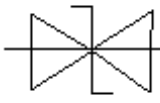
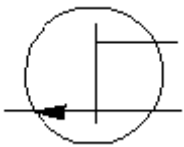
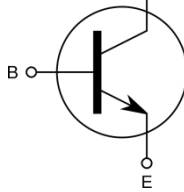
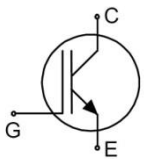
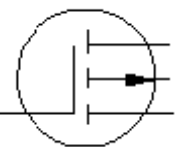
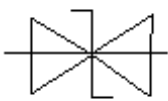



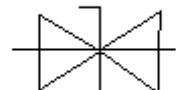
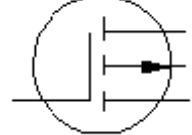
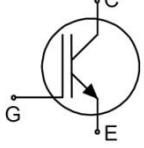
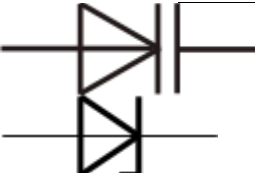
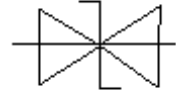
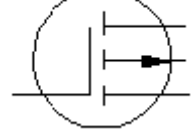
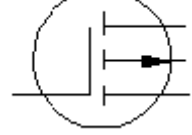
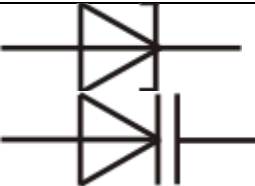
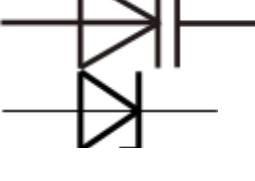
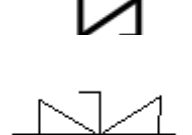
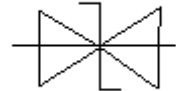
11.	Анод это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вывод тиристора со знаком «+»</li> <li>2. Вывод тиристора со знаком «-»</li> <li>3. Управляющий вывод тиристора</li> <li>4. верны все варианты</li> </ol>
12.	Какой из указанных полупроводниковых приборов работает на прямой ветви вольтамперной характеристики (ВАХ)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Варикап</li> <li>2. Стабилитрон</li> <li>3. Фотодиод</li> <li>4. верны все варианты</li> </ol>
13.	Токи в биполярном р-п-р транзисторе связаны выражением	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>I_b = I_e + I_k</math></li> <li>2. <math>I_k = I_b + I_e</math></li> <li>3. <math>I_e = I_b + I_k</math></li> <li>4. верны все варианты</li> </ol>
14.	Укажите условное графическое обозначение МОП транзистора с встроенным каналом	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> <li>4. </li> </ol>
15.	Укажите условное графическое обозначение динистора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> </ol>

		
16.	Какая схема включения биполярного транзистора одновременно дает усиление по току и по напряжению	4. 1. ОБ 2. ОЭ 3. ОК 4. верны все варианты
17.	Какая схема включения биполярного транзистора имеет наибольшее входное сопротивление при наименьшем выходном сопротивлении	1. ОБ 2. ОЭ 3. ОК 4. верны все варианты
18.	Какая схема включения биполярного транзистора называется эмиттерным повторителем	1. ОБ 2. ОЭ 3. ОК 4. верны все варианты
19.	Укажите правильное включение диодов в выпрямительный мост	 1.  2.

		 <p>3. 4. верны все варианты</p>
20.	<p>Укажите правильное нанесение позиционного номера резистора на схеме электрической принципиальной</p>	 <p>1. 2. 3. 4. верны все варианты</p>

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Графическое изображение IGBT транзистора	<p>3</p> <p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
2.	Графическое изображение биполярного транзистора	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>

3.	Графическое изображение стабилитрона	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
4.	Графическое изображение варикапа	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
5.	Графическое изображение диода Шотки	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
6.	Цель САПР?	<p>1. Повышение качества и технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции, увеличение затрат на их создание и эксплуатацию, уменьшения трудоемкости проектирования и</p>

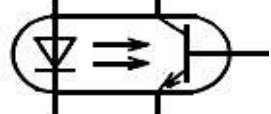

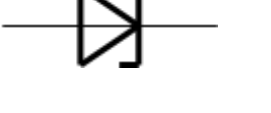
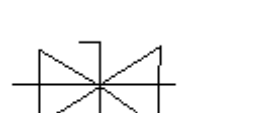
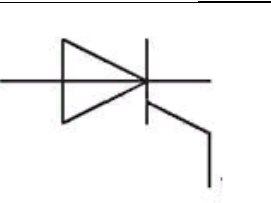
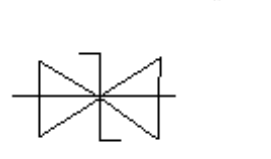
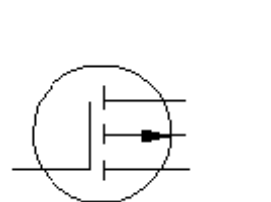
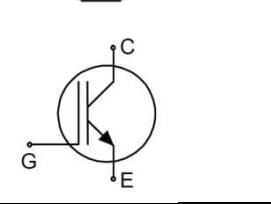
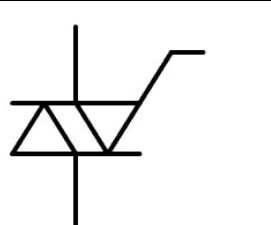
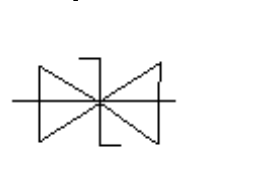
		<p>повышения качества проектируемой документации, повышения эффективности объектов проектирования.</p> <p>2. Уменьшение затрат, сокращение сроков выполнения, увеличение трудоемкости, повышение технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции.</p> <p>3. Повышение качества и технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции, повышения эффективности объектов проектирования, уменьшения затрат на их создание и эксплуатацию, сокращения сроков, уменьшения трудоемкости проектирования и повышения качества проектируемой документации.</p> <p>4. Уменьшение затрат, увеличение сроков выполнения, увеличение трудоемкости, повышение технического уровня проектируемой и выпускаемой продукции.</p>
7.	К базовым средствам проектирования (Foundation) не относятся следующие компоненты Altium Designer 6:	<p>1. средства формирования библиотек компонентной базы;</p> <p>2. средства Simulink схемотехнического моделирования;</p> <p>3. средства просмотра и редактирования электрической схемы;</p> <p>4. средства PSpice и XSPICE схемотехнического моделирования;</p>
8.	К базовым средствам проектирования (Foundation) не относятся следующие компоненты Altium Designer 6:	<p>1. графический редактор печатной платы PCB Layout – размещение и редактирование объектов на печатной плате, использование библиотек компонентов, ручное, интерактивное и авторазмещение, интерактивная трассировка, трассировка дифференциальных пар и др.;</p> <p>2. автотрассировщик Situs – автотрассировка печатной платы;</p> <p>3. средства Signal Integrity – анализа паразитных эффектов (расщепления сигналов и наводок в печатном монтаже) на стадии проектирования печати;</p> <p>4. средства просмотра и распечатки проекта печатной платы;</p>

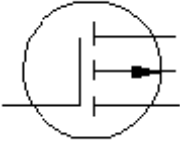
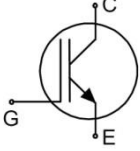

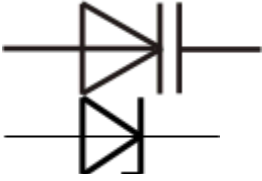

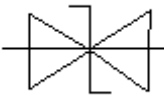

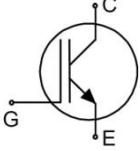
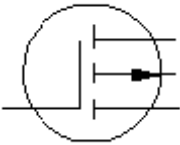
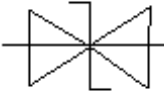
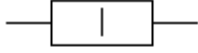
9.	Средства проектирования устройств со встроенным интеллектом (Embedded Intelligence Implementation) не включают:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. библиотеки ориентированных на реализацию в ПЛИС базовых логических элементов, генераторов, логических анализаторов, интерфейсных адаптеров и др.;</li> <li>2. средства реализации в ПЛИС процессорного ядра микроконтроллеров и оболочки дискретных процессоров на основе библиотеки функциональных аналогов ряда распространенных микроконтроллеров и моделей процессорного ядра;</li> <li>3. смешанные средства синтеза и моделирования логики ПЛИС – на основе схемного ввода, VHDL или Verilog HDL описаний логики;</li> <li>4. средства разработки аппаратной части JTAG-интерфейса программирования ПЛИС.</li> </ol>
10.	В Altium Designer 6 поддерживается несколько видов проекта:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проект печатной платы (PCB Project), интегрированная библиотека</li> <li>2. Проект ПЛИС (FPGA Project), встроенный проект (Embedded Project)</li> <li>3. Проект ядра (Core Project), скрипт-проект (*.PrjScr).</li> <li>4. верны все варианты</li> </ol>
11.	Полное описание электронных компонентов в Altium Designer 6 складывается из самостоятельных описаний:	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. элемент библиотеки схемных символов *.SchLib (в отечественной лексике – УГО);</li> <li>6. элемент библиотеки топологических посадочных мест *.PCBLib;</li> <li>7. файлы описания модели SPICE-модели аналогового компонента</li> <li>8. верны все варианты</li> </ol>
12.	Основными этапами моделирования МЭМС с помощью метода конечных элементов являются	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создание геометрии модели</li> <li>2. Анализ устройства</li> <li>3. Генерация сетки</li> <li>4. Все вышеперечисленное</li> </ol>
13.	Основные отличительные особенности САПР Ultiboard	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. наглядный и оперативный контроль процесса трассировки;</li> <li>2. использование промышленных стандартов для экспорта печатных плат;</li> <li>3. тесная интеграция с NI Multisim;</li> <li>4. Все вышеперечисленное</li> </ol>
14.	Назовите преимущество использования САД/CAM/CAE-систем.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увеличение срока внедрения новых изделий;</li> <li>2. Лучшее качество выпускаемой продукции</li> <li>3. Меньшая надежность выпускаемой продукции</li> <li>4. Все варианты верны</li> </ol>
15.	Назовите наиболее известные компании-разработчики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cadence;</li> <li>2. Siemens;</li> </ol>

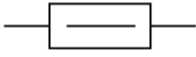
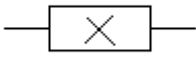
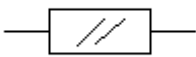
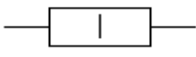
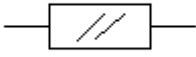
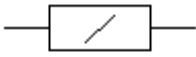
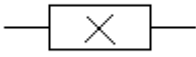
	CAE/CAD/CAM/ PLM продуктов в области электроники и вычислительной техники.	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. ABB;</li> <li>4. Shneider</li> </ol>
16.	Оценка адекватности –это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. проверка соответствия поведения модели логике поведения системы.</li> <li>2. Проверка соответствия между поведением модели и реальной системы путем сравнения характеристик объекта и модели.</li> <li>3. Оба варианта верны ;</li> <li>4. Оба варианта не верны.</li> </ol>
17.	К этапам проведения анализа в ANSYS не относятся	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. препроцессорная подготовка</li> <li>2. получение решения</li> <li>3. постпроцессорная обработка</li> <li>4. моделирование</li> </ol>
18.	1. Какие виды CAE-систем можно выделить по отношению к видам решаемых задач?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Научные</li> <li>2. Прикладные</li> <li>3. Оба варианта верны</li> <li>4. Оба варианта не верны</li> </ol>
19.	Перечислите виды моделирования МЭМС, которые могут быть выполнены в пакете ALGOR.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. электростатический анализ</li> <li>2. механическое моделирование, расчет динамических процессов в линейном приближении.</li> <li>3. модели пьезоэлектрических материалов для механического моделирования и статического анализа механического напряжения;</li> <li>4. все вышеперечисленное</li> </ol>
20.	Какие методы численного моделирования используются для исследования МЭМС?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы конечных элементов</li> <li>2. Методы конечных разностей</li> <li>3. Методы конечных объемов</li> <li>4. все вышеперечисленное</li> </ol>



**Вариант №3**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1.	Графическое изображение оптопары	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
2.	Графическое изображение тиристора	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
3.	Графическое изображение симистора	<p>1. </p> <p>2. </p>

		<p>3. </p> <p>4. </p>
4.	Графическое изображение выпрямительного диода	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
5.	Графическое изображение светодиода	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p> <p>4. </p>
6.	Укажите условное графическое обозначение резистора мощностью 0,5 Вт	<p>1. </p>

		 2.  3.  4.
7.	Укажите условное графическое обозначение резистора мощностью 0,125 Вт	1.  2.  3.  4. 
8.	Количество идентификаторов цепей в Altium Designer:	1. 5 2. 6 3. 7 4. 8
9.	К идентификаторам цепей в Altium Designer относятся:	1. Net Label 2. Hidden Pin 3. Power Port 4. верны все варианты
10.	Способы включения сведений о компоненте в Altium Designer	1. включение в описание компонента при формировании библиотеки; 2. извлечение из внешней базы данных по компонентам; 3. составление для выбранного компонента при разработке электрической схемы

		<p>функционального узла;</p> <p>4. верны все варианты</p>
11.	Цели автоматизации проектирования:	<p>1. повышение качества, снижение материальных затрат, сокращение средств проектирования;</p> <p>2. уменьшение или ликвидация роста числа проектировщиков конструкторов;</p> <p>3. повышение производительности труда проектировщиков;</p> <p>4. верны все варианты</p>
12.	Классификация САПР по комплектности САПР	<p>1. Одноэтапные САПР</p> <p>2. Многоэтапные САПР</p> <p>3. Комплексные САПР</p> <p>4. верны все варианты</p>
13.	Напряжение между входами операционного усилителя	<p>1. равно 0</p> <p>2. равно <math>U_{пит}</math></p> <p>3. больше 0</p> <p>4. Равно <math>U_{o.c.}</math></p>
14.	Полупроводниковый диод имеет структуру...	<p>1. p-n-p</p> <p>2. n-p-n</p> <p>3. p-n</p> <p>4. p-n-p-n</p>
15.	Электроды полупроводникового транзистора имеют название:	<p>1. коллектор, база, эмиттер</p> <p>2. анод, катод, управляющий электрод</p> <p>3. сток, исток, затвор</p> <p>4. анод, сетка, катод</p>
16.	Автоматический режим проектирования характеризуется:	<p>1. Выполнением проекта без использования ЭВМ</p> <p>2. Участием человека для оперативной оценки промежуточных результатов</p> <p>3. Выполнением процесса проектирования по формальным алгоритмам</p> <p>4. Выполнением части проектных процедур с использованием ЭВМ</p>
17.	Интерактивный режим проектирования характеризуется:	<p>1. Выполнением проекта без использования ЭВМ</p> <p>2. Выполнением процесса проектирования по формальным алгоритмам</p> <p>3. Выполнением части проектных процедур с использованием ЭВМ</p> <p>4. Участием человека для оперативной оценки промежуточных результатов</p>
18.	К основным методам исследования математических моделей относятся:	<p>1. Аналитическое исследование;</p> <p>2. Имитационное моделирование;</p> <p>3. Оба варианта верны ;</p> <p>4. Оба варианта не верны.</p> <p>5.</p>

19.	Имитационная модель	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. описание объектов, в том числе в форме алгоритмов, при котором отражается (воспроизводится) как структура системы, что достигается отождествлением элементов системы с соответствующими элементами алгоритма), так и процесс функционирования системы во времени, то есть последовательность событий;</li> <li>2. это модели, в которых для представления процесса или системы используются символы.</li> <li>3. Оба варианта верны ;</li> <li>4. Оба варианта не верны.</li> </ol>
20.	Верификация- это	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. проверка соответствия поведения модели логике поведения системы.</li> <li>2. Проверка соответствия между поведением модели и реальной системы путем сравнения характеристик объекта и модели.</li> <li>3. Оба варианта верны ;</li> <li>4. Оба варианта не верны.</li> </ol>

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение не менее 85 % лекционных и практических 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 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
0-50	Не зачтено
51-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, порядке проведения промежуточной аттестации.

Для организации и контроля учебной работы студентов используется метод ежемесячной аттестации обучающегося по итогам выполнения текущих аудиторных и самостоятельных (внеаудиторных) работ. Форма промежуточной аттестации: зачет.

## 7.1. Основная литература

1. Основы цифровой схемотехники : базовые элементы и схемы : методы проектирования [Текст] : учебник / Ю. В. Новиков. - М. : Мир, 2001. - 379 с.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=32%2E844%2F%D0%9D731%2D363642<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=32%2E844%2F%D0%9D731%2D363642<.>)
2. Система проектирования OrCAD 9.2 [Текст] : производственно-практическое издание / В. Д. Разевиг. - М. : Солон-Р, 2003. - 519 с.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=32%2E97%2F%D0%A0%20172%2D022001<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=32%2E97%2F%D0%A0%20172%2D022001<.>)
3. Печатные платы : конструкции и материалы [Текст] : научное издание / А. М. Медведев. - М. : Техносфера, 2005. - 302 с.  
[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set\\_static\\_req&bns\\_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req\\_irb=<.>I=32%2E844%2F%D0%9C%20420%2D866238<.>](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=108&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=32%2E844%2F%D0%9C%20420%2D866238<.>)

## 7.2. Дополнительная литература

1. Основы микроэлектроники [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. П. Степаненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Лаборатория Базовых Знаний, 2003. - 488 с.
2. OrCAD 10 : проектирование печатных плат [Текст] : монография / С. А. Кузнецова, А. В. Нестеренко, А. О. Афанасьев ; под ред. А. О. Афанасьева. - М. : Горячая линия-Телеком, 2005. - 454 с.
3. Силовая электроника [Текст] : учеб. для вузов / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - М. : Изд. дом МЭИ, 2007. - 631, [1] с.

## 7.3. 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. КонсультантПлюс: 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/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
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»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
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/>

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

1. Современные САПР электронных устройств: Методические указания для самостоятельной работы [Электронный ресурс] / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: В.С. Добуш. СПб, 2018. 48 с.

2. Современные САПР электронных устройств: Методические указания для выполнения лабораторных работ [Электронный ресурс] / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». Сост.: В.С. Добуш. СПб, 2018. 52 с.

### **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.

Лаборатории оснащены силовым электрическим и измерительным оборудованием, которые необходимы для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Качество электроэнергии».

Мебель лабораторная:

Стол лабораторный – 6 шт., шкаф лабораторный – 2 шт., доска напольная мобильная – 1 шт., компьютерное кресло – 18 шт., плакат – 3 шт.

Оборудование и приборы:

мультиметр 2000/E – 1 шт., осциллограф цифровой АКС-2065 – 1 шт., генератор низкой частоты АНР-1002 – 1 шт., комплект тип. учебного оборуд. «Электротехнические материалы» ЭТМ-НК (без ПК) – 1 шт., комплект тип. учебного оборуд. «Электротехнические материалы» ЭТМ-СК (без ПК) – 1 шт., комплект тип. учеб. оборуд. «Трехфазный синхронный генератор 5 кВт» ТСГ-5-СК – 1 шт., комплект тип. учеб. оборуд. «Электрические машины 1,5 кВт» ЭМ-1,5-СК – 1 шт., осциллограф промышленный Fluke 125B/S – 1 шт., преобразователь тока АРРА 30Т – 15 шт., преобразователь частоты АС880 – 2 шт., двигатель со встроенным тормозом и энкодером 3GAR092452-ASE – 2 шт.

Компьютерная техника:

монитор ЖК HP 22' LA2205wd – 12 шт., системные блоки HP6000pro (возможность доступа к сети «Интернет») – 12 шт.

#### **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» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», 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,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

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 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

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 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

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:**

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)