

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

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И НАНОЭЛЕКТРОНИКИ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки :	11.04.04 Электроника и наноэлектроника
Направленность (профиль):	Силовая электроника
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент Вилков С.А.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» разработана:

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

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

Составитель _____ к.т.н., доцент С.А. Вилков

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

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., доцент И.И. Растворова

Рабочая программа согласована:

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

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

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» является изучение передовых достижений, основных направлений, тенденций, перспектив и проблем развития современной электроники и нанoeлектроники.

Задачами дисциплины являются выработка навыков оценки новизны исследований и разработок; освоение новых методологических подходов к решению профессиональных задач в области электроники и нанoeлектроники.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «11.04.04 Электроника и нанoeлектроника» и изучается в I семестре.

Для освоения этой учебной дисциплины требуется предварительная подготовка в объёме дисциплин, соответствующих учебному плану подготовки бакалавров по направлению «Электроника и нанoeлектроника», а также дисциплины «История и методология науки и техники в области электроники».

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

Процесс изучения дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
<i>Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий</i>	<i>УК-1</i>	УК-1.1. Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации УК-1.2. Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации УК-1.3. Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
<i>Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора</i>	<i>ОПК-1</i>	ОПК-1.2. Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности ОПК-1.3. Владеет передовым отечественным и зарубежным опытом в профессиональной сфере деятельности
<i>Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы</i>	<i>ОПК-2</i>	ОПК-2.1. Знает методы синтеза и исследования моделей ОПК-2.2. Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ОПК-2.3. Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов
<i>Способен анализировать состояние научно-технической проблемы путем подбора, изучения и анализа литературных и патентных источников</i>	<i>ПКС-4</i>	ПКС-4.1. Знает современные технические требования к выбору конструктивно-технологического базиса изделий силовой электроники ПКС-4.2. Умеет анализировать литературные и патентные источники при разработке изделий силовой электроники

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 зачётных единицы, 180 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		I
Аудиторная работа, в том числе:	51	51
Лекции (Л)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	43	43
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	93	93
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	43	43
Аналитический информационный поиск	20	20
Работа в библиотеке	22	22
Подготовка к зачету / дифф. зачету	-	-
Промежуточная аттестация	Э(36)	Э(36)
Общая трудоёмкость дисциплины		
ак. час.	180	180
зач. ед.	5	5

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Современное состояние отечественной и мировой электроники. Пути и перспективы развития.»	47	2	15	-	30
Раздел 2 «Перспективные материалы и современные технологии в электронике и нанoeлектронике»	52	4	15	-	33
Раздел 3 «Современные методы исследования микро- и наноструктур»	45	2	13	-	30
Итого:	144	8	43		93

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	«Современное состояние отечественной и	Обзор результатов работы ведущих мировых производителей по дальнейшему совершенствованию изделий классической	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
	мировой электроники. Пути и перспективы развития.»	микроэлектроники. Пределы применимости физических принципов и возможностей технологии, на которых основана классическая микроэлектроника. Основные тенденции в изменении конструкций полупроводниковых приборов, повышение степени интеграции элементов, создание трехмерных систем и этажерочных конструкций чипов.	
2	«Перспективные материалы и современные технологии в электронике и нанoeлектронике»	Физические особенности и квантовые размерные эффекты в наноструктурах. Виды наноструктур. Нанoeлектроника. Гетероструктурная электроника. Перспективы применения наноструктур на основе углерода. Полупроводниковые материалы Основные технологические процессы современной микро- и нанотехнологии: ионноплазменные технологии, ALD-технология, молекулярно-лучевая эпитаксия	4
3	«Современные методы исследования микро- и наноструктур»	Метод сканирующей зондовой микроскопии в нанотехнологии. Туннельная и атомно-силовая микроскопия.	2
Итого:			8

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	1. Поиск информации и экспертных оценок по проблеме	5
		2. Анализ информации и экспертных оценок современного состояния отечественной и мировой электроники	5
		3. Пути и перспективы развития	5
2	Раздел 2	1. Физические особенности и квантовые размерные эффекты в наноструктурах.	3
		2. Виды наноструктур. Нанoeлектроника.	3
		3. Гетероструктурная электроника.	3
		4. Наноструктуры на основе углерода.	3
		5. Структуры на основе арсенида галлия	3
3	Раздел 3	1. Физические основы и технические возможности метода сканирующей зондовой микроскопии в нанотехнологии	3
		2. Анализ и интерпретация результатов, полученных при исследовании микро- и наноструктур методом туннельной микроскопии	10
Итого:			43

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

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

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

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

Практические занятия. Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

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

Лабораторные работы. 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.

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. Современное состояние отечественной и мировой электроники. Пути и перспективы развития.

1. Обзор результатов работы ведущих мировых производителей по дальнейшему совершенствованию изделий классической микроэлектроники.

2. Пределы применимости физических принципов и возможностей технологии, на которых основана классическая микроэлектроника.

3. Основные тенденции в изменении конструкций полупроводниковых приборов.

4. Повышение степени интеграции элементов.

5. Создание трехмерных систем и этажерочных конструкций чипов.

Раздел 2. Перспективные материалы и современные технологии в электронике и нанoeлектронике.

1. Физические особенности и квантовые размерные эффекты в наноструктурах.

2. Виды наноструктур. Нанoeлектроника.

3. Гетероструктурная электроника. Перспективы применения наноструктур на основе углерода.

4. Полупроводниковые материалы.

5. Основные технологические процессы современной микро- и нанотехнологии: ионноплазменные технологии, ALD-технология, молекулярно-лучевая эпитаксия.

Раздел 3. Современные методы исследования микро- и наноструктур.

1. Метод сканирующей зондовой микроскопии в нанотехнологии.

2. Туннельная и атомно-силовая микроскопия.
3. АСМ методики
4. Электронная спектроскопия
5. Метрологическое обеспечение измерений в нанотехнологиях

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену (по дисциплине):

1. Основные направления, тенденции и перспективы развития электроники и микроэлектроники в РФ.
2. Пределы применимости физических принципов и возможностей технологии, на которых основана классическая микроэлектроника.
3. Квантовые размерные эффекты в наноструктурах.
4. Особенности производства и применения систем «кристалл на кристалле».
5. Структуры на основе арсенида галлия. Особенности свойств и применения.
6. Перспективы развития и применения медной технологии при производстве интегральных схем.
7. Атомно-силовая микроскопия как современный метод исследования наноструктур.
8. Наноструктуры на основе углерода и перспективы их применения в электронике.
9. Устройство, принцип действия и перспективы развития ЖК-мониторов.
10. Туннельная микроскопия как современный метод исследования наноструктур.
11. Каковы современные тенденции развития и требования к системам охлаждения мощных электронных устройств?
12. Какие методы и технологические приемы применяются для получения однородных массивов трехмерных квантовых точек?
13. Каковы пределы применимости физических принципов и возможностей технологии, на которых основана классическая микроэлектроника?
14. Каковы основные тенденции в изменении конструкций полупроводниковых приборов?
15. Каким образом реализуется повышение степени интеграции элементов ИС?
16. Что собой представляют этажерочные конструкции чипов?
17. Каковы физические особенности квантово-размерных структур?
18. Что такое квантовые размерные эффекты в наноструктурах?
19. Какие существуют виды наноструктур?
20. Какие новые разработки материалов имеют перспективы применения в электронике и микроэлектронике?
21. В каких условиях возможно наблюдение квантово-размерных эффектов?
22. Что такое квантово-размерные эффекты и в каких элементах и приборах микроэлектроники они используются?
23. Какие перспективы использования новых материалов металлизации интегральных схем?
24. Каковы физические основы современных методов исследования микро- и наноструктур?
25. Какова роль методов сканирующей зондовой микроскопии в нанотехнологии?
26. Какую информацию можно получить при исследовании нанообъектов методами туннельной и атомно-силовой микроскопии?
27. Какое устройство применяется в качестве чувствительного датчика в конструкции туннельного микроскопа?
28. Какое устройство позволяет реализовать функцию захвата отдельного атома и переноса его на новую позицию (атомную сборку)?
29. Микроэлектроника: новые решения и возможности.
30. Роль элементной базы и схемных решений.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	На сколько процентов увеличивается быстродействие БИС при применении металлизации на основе меди вместо алюминия?	1. 20% 2. 5% 3. 15% 4. 10%
2	Первый исторический тип монитора	1. плазменный 2. электронно-лучевой 3. OLED-монитор 4. жидкокристаллический
3	К чему ведет увеличение функциональности и производительности электронных устройств?	1. Увеличение размера типоразмеров печатных плат 2. Увеличение типоразмеров компонентов 3. Рост рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора 4. Снижение рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора
4	С какими типовыми задачами встречаются производители мощных электронных устройств?	1. Жесткие условия эксплуатации 2. Низкие рабочие токи 3. Стандартные конструкторские решения 4. Низкие рабочие напряжения
5	Укажите верную последовательность роста степени интеграции ИС.	1. ГИС – ИС – БИС – СБИС – УБИС 2. ИС – ГИС – БИС – УБИС – СБИС 3. ИС – ГИС – БИС – СБИС 4. ИС – ГИС – БИС – СБИС – УБИС
6	Наблюдение квантово-размерного эффекта возможно только если	1. все размеры объекта менее 10 нм 2. хотя бы один из размеров кристалла достаточно мал 3. достаточно электронов в объекте 4. наблюдается продольная проводимость
7	Поведение подвижных носителей заряда (электронов и дырок) в наноразмерных структурах определяют фундаментальные явления	1. квантовое ограничение, 2. баллистический транспорт и 3. квантовая интерференция и туннелирование 4. все вышеперечисленное

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
8	Ограничение движения электронов (дырок) в низкоразмерной структуре, приводящее (вследствие их квантово-волновой природы) к ненулевому минимальному значению энергии и к дискретности энергий разрешенных состояний, называют...	1. спектром 2. наноограничением 3. квантовым ограничением 4. дискретностью
9	Что не является тенденцией в истории развития электроники?	1. Характер совместных работ специалистов 2. Сложность обработки материалов 3. Определяющая роль в специальной технологии 4. Быстрота развития электроники и эффективность ее применения
10	Какой тип электронной аппаратуры по длине волны относится к интервалу от 10^{-6} до 10^{-4} м?	1. Приборы ночного видения, тепловизоры 2. Телевидение, FM-радио 3. Звуковая аппаратура 4. Технологическое оборудование
11	К квантово-размерным эффектам относятся....	1. квантовое ограничение, баллистический транспорт; 2. квантовая интерференция, 3. туннелирование 4. Все вышеперечисленное
12	Поведение подвижных носителей заряда (электронов и дырок) в наноразмерных структурах определяют фундаментальные явления	1. квантовое ограничение, 2. баллистический транспорт и 3. квантовая интерференция и туннелирование 4. все вышеперечисленное
13	Ограничение движения электронов (дырок) в низкоразмерной структуре, приводящее (вследствие их квантово-волновой природы) к ненулевому минимальному значению энергии и к дискретности энергий разрешенных состояний, называют...	1. спектром 2. наноограничением 3. квантовым ограничением 4. дискретностью
14	Объект, для которого движение электронов ограничено в 1 направлении – это...	1. квантовая точка 2. квантовое пространство 3. квантовая яма 4. все вышеперечисленное
15	Какой материал металлизации интегральных схем позволяет достичь меньших размеров элементов, по сравнению с алюминием?	1. медь 2. хром 3. молибден 4. калий
16	Квантовой точкой является ...	1. одиночный атом 2. кристалл 3. совокупность малых кристаллов с искаженной структурой 4. поверхность кристалла

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17	Какой полупроводниковый материал наиболее широко применяется для изготовления интегральных схем?	1. Арсенид галлия. 2. Кремний. 3. Фосфид индия. 4. Сульфид цинка.
18	Из каких элементов состоит ЖК матрица TN+film?	1. лампы подсветки из ртути, стеклянной подложки, жидких кристаллов; 2. системы отражателей, стеклянной подложки, жидких кристаллов; 3. стеклянной подложки с контактами, жидких кристаллов; 4. лампы подсветки из ртути, системы отражателей, стеклянной подложки с контактами, фильтров-поляризаторов, жидких кристаллов.
19	Приборы, в которых сфокусированный в узкий луч поток электронов взаимодействует с мишенью (экраном), называются...	1. Фотоэлектронные приборы 2. Рентгеновские трубки 3. Полупроводниковые приборы 4. Электронно-лучевые приборы
20	Время отклика матрицы дисплея – это	1. минимальное время, необходимое пикселю для изменения своей яркости. 2. время, которое требуется системе на то, чтобы отреагировать на данный ввод. 3. интервал между регистрацией конца передачи сообщения запроса и начала передачи сообщения ответа к станции, порождающей запрос. 4. время, которое пиксель монитора затрачивает, чтобы перейти от активного (черного) в бездействующий (белый) и обратно к активному (черному)

Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Приборы, в которых сфокусированный в узкий луч поток электронов взаимодействует с мишенью (экраном), называются...	1. Фотоэлектронные приборы 2. Рентгеновские трубки 3. Полупроводниковые приборы 4. Электронно-лучевые приборы
2	Какой тип излучения лежит в основе принципа действия тепловизора?	1. Рентгеновское излучение 2. УФ-излучение 3. ИК-излучение 4. СВЧ-излучение

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
3	Физическими ограничениями, препятствующими уменьшению размеров МДП-транзисторов являются ...	1.максимально допустимое напряжение стока; 2. эффект смыкания; 3. ограничения по мощности 4. все вышеперечисленное
4	Электровакуумные приборы, генерирующие высокочастотное излучение – это...	1. Фотоэлектронные приборы 2. Рентгеновские трубки 3. Полупроводниковые приборы 4. Электронно-лучевые приборы
5	Если поместить тонкий слой полупроводника с широкой запрещённой зоной между двумя полупроводниками с узкой запрещённой зоной, то получится...	1.Квантовая точка 2.Квантовая яма 3.Квантовый барьер 4.Квантовая игла
6	Помещая тонкий слой полупроводника с узкой запрещённой зоной между двумя слоями материала с более широкой запрещённой зоной, получают...	1.Квантовая точка 2.Квантовая яма 3.Квантовый барьер 4.Квантовая игла
7	Структура какого материала представлена на рисунке? 	1.графен 2.графит 3. пироуглерод 4. алмаз
8	В зависимости от угла ориентации графитовой плоскости относительно оси, нанотрубки могут быть	1.Проводящие и полупроводниковые 2. изолирующие и полупроводниковые 3. магнитные и проводящие 4. все вышеперечисленные
9	Самый распространённый метод получения углеродных нанотрубок — это...	1.процессы литографии 2.синтез в плазме дугового разряда между графитовыми электродами в атмосфере гелия. 3. низкотемпературный синтез 4. метод ионной имплантации
10	Какой тип электронной аппаратуры по длине волны относится к интервалу от 10^{-6} до 10^{-4} м?	1. Приборы ночного видения, тепловизоры 2. Телевидение, FM-радио 3. Звуковая аппаратура 4. Технологическое оборудование

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
11	К квантово-размерным эффектам относятся....	1. квантовое ограничение, баллистический транспорт; 2. квантовая интерференция, 3. туннелирование 4. Все вышеперечисленное
12	Поведение подвижных носителей заряда (электронов и дырок) в наноразмерных структурах определяют фундаментальные явления	1. квантовое ограничение, 2. баллистический транспорт и 3. квантовая интерференция и туннелирование 4. все вышеперечисленное
13	Ограничение движения электронов (дырок) в низкоразмерной структуре, приводящее (вследствие их квантово-волновой природы) к ненулевому минимальному значению энергии и к дискретности энергий разрешенных состояний, называют...	1. спектром 2. наноограничением 3. квантовым ограничением 4. дискретностью
14	Объект, для которого движение электронов ограничено в 2 направлениях – это...	1. квантовая нить 2. квантовое пространство 3. квантовая яма 4. все вышеперечисленное
15	Слой атомов углерода, соединённых посредством sp^2 связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку – это...	1. фуллерен 2. графен 3. нанотрубка 4. карбин
16	По электрическим свойствам нанотрубки могут быть	1. диэлектрическими 2. проводниковыми и полупроводниковыми 3. изолирующими 4. диэлектрическими и проводящими
17	С каких типов носителей инжекционные полупроводниковые лазеры не обеспечивают запись и считывание информации?	1. CD 2. Blue-Ray 3. DVD 4. USB
18	К чему ведет увеличение функциональности и производительности электронных устройств?	1. Увеличение размера типоразмеров печатных плат 2. Увеличение типоразмеров компонентов 3. Рост рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора 4. Снижение рассеиваемой мощности с единицы площади электронного прибора
19	С какими типовыми задачами встречаются производители мощных электронных устройств?	1. Жесткие условия эксплуатации 2. Низкие рабочие токи 3. Стандартные конструкторские решения 4. Низкие рабочие напряжения

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
20	Оксидные катоды мощных генераторных ламп по запасу активного вещества делят на...	1. обычные с запасом активного вещества до 10 мг/см ² и губчатые с запасом активного вещества до 40 мг/см ² 2. губчатые с запасом активного вещества до 10 мг/см ² и обычные с запасом активного вещества до 40 мг/см ² 3. обычные с запасом активного вещества до 10 мг/см ² и обычные с запасом активного вещества до 40 мг/см ² 4. губчатые с запасом активного вещества до 10 мг/см ² и губчатые с запасом активного вещества до 40 мг/см ²

Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Слой атомов углерода, соединённых посредством sp ² связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку – это...	1. фуллерен 2. графен 3. нанотрубка 4. карбин
2	По электрическим свойствам нанотрубки могут быть	1. диэлектрическими 2. проводниковыми и полупроводниковыми 3. изолирующими 4. диэлектрическими и проводящими
3	С каких типов носителей инжекционные полупроводниковые лазеры не обеспечивают запись и считывание информации?	1. CD 2. Blue-Ray 3. DVD 4. USB
4	В каком году был изобретен транзистор?	1. 1947 2. 1948 3. 1949 4. 1950
5	Атомно-силовая микроскопия основана на...	1. Регистрации изменения силы притяжения иглы к поверхности образца 2. Измерении атомных сил 3. Измерении кинетической энергии электронов 4. Регистрации излучения возбужденных атомов

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6	Функцию захвата отдельного атома и переноса его на новую позицию (атомную сборку) может выполнять ..	1. Туннельный микроскоп 2. Электронный микроскоп 3. Оптический микроскоп 4. Все вышеперечисленные
7	Принцип действия сканирующего электронного микроскопа основан на...	1. эффекте надбарьерных перескоков электронов 2. эффекте туннелирования электронов через вакуумный барьер 3. эффекте возникновения волн отклика от объекта 4. отражении световой волны от поверхности образца
8	Объект, у которого движение электронов ограничено в 3 направлениях – это...	1. квантовая точка 2. квантовая яма 3. квантовая нить 4. квантовое ограничение
9	У какого из типов телевизионных и мультимедийных дисплеев потребляемая мощность выше, чем у других 3 типов?	1. LCD 2. PDP 3. PRTV 4. CRT
10	Квантовые размерные эффекты – это ...	1. эффекты, связанные с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях 2. эффект рассеяния носителей заряда 3. ограничение движения носителей заряда 4. эффекты отсутствия квантования энергии
11	У какого из типов телевизионных и мультимедийных дисплеев разрешение ниже, чем у других 3 типов?	1. LCD 2. PDP 3. PRTV 4. CRT
12	Главное средство совершенствования изделий микроэлектроники и их микроминиатюризации – это...	1. масштабирование. 2. уплотнение; 3. изменение компоновки; 4. использование новых пакетов прикладных программ при проектировании.
13	Какой приёмник оптического излучения НЕ относится к фотоэмиссионным?	1. Фотоэлемент 2. Фотоэлектронный умножитель 3. Электронно-оптический преобразователь 4. Пневматический

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14	Примером квантовой ямы является ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. кристалл 2. тонкая пленка, толщиной в 1 атом; 3. коллоидная частица 4. поверхность кристалла
15	Для одноэлектронного транзистора характерен эффект	<ol style="list-style-type: none"> 1. усиления сигнала 2. выпрямления сигнала 3. переключения 4. все вышеперечисленное
16	Наноэлектроника базируется на ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. использовании квантово-размерных эффектов в полупроводниковых приборах. 2. достижении наноразмеров элементов 3. уменьшении размеров элементов 4. применении нанопамяти
17	В каком году был создан первый электронный прибор?	<ol style="list-style-type: none"> 1. 1910 2. 1888 3. 1940 4. 1901
18	Размерный эффект в технологии наноматериалов – это изменение ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. свойств нанобъектов в зависимости от размера элементов их структуры 2. размера нанобъектов в зависимости от внешних условий 3. свойств нанобъектов в зависимости от внешних условий 4. размера нанобъектов в зависимости от состава
19	Трехэлектродный прибор, предназначенный для формирования коротких импульсов высокого напряжения при больших токах в нагрузке – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тиратрон 2. Стабилитрон 3. Транзистор 4. Тиристор
20	Что необходимо учитывать при проведении масштабирования интегральных схем?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Критерии масштабирования. 2. Параметры элементов, поддающихся масштабированию. 3. Экономическую целесообразность. 4. Все вышеперечисленное

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

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

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

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Игнатов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/2035/#4>

2. Смирнов, Ю.А. Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е.В. Титов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 496 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/12948/#1>

7.1.2. Дополнительная литература

1. Сушков, В.П. Конструирование компонентов и элементов микро-и наноэлектроники. Компьютерное моделирование оптоэлектронных приборов [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Сушков, Г.Д. Кузнецов, О.И. Рабинович. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2012. — 128 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/47472>.

2. Растворова, Ирина Ивановна. Электроника и нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. И. Растворова, В. Г. Терехов. - СПб. : Горн. ун-т, 2016. - 205 с. : рис., табл. + 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - Библиогр.: с. 203 (9 назв.). - Предм. указ.: с. 204. - ISBN 978-5-94211-763-4 . http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=402&task=set_static_req&ns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=<.>I=32%2E85%2F%D0%A0%2024%2D333757322<.>

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Студенты очной формы обучения работают в соответствии с временным режимом, установленным учебным рабочим планом для данных форм обучения. Информация о временном графике работ сообщается преподавателем на установочной лекции. Преподаватель дает указания также по организации самостоятельной работы студентов, срокам сдачи контрольных работ, выполнения лабораторных работ и проведения тестирования.

Методика и последовательность изучения дисциплины соответствуют перечню содержания разделов дисциплины. Материал каждой темы насыщен математическими соотношениями, физическая интерпретация которых зачастую достаточно сложна, поэтому изучение материала требует серьезной, вдумчивой работы.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений, способствует наиболее глубокому и прочному усвоению материала. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы. Целесообразно систематизировать изучаемый материал, проводить обобщения разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Подобная методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала. До тех пор пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. КонсультантПлюс: справочно-поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/
3. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
4. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
5. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>
7. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
8. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/
9. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.ru/cgibin/tkv.pl>
10. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань» <https://e.lanbook.com/books>
11. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://elibrary.rsl.ru/>
12. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
13. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.

14. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»».

<http://rucont.ru/>

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Аудитории для проведения лекционных занятий.

48 посадочных мест

Оснащенность: Стол аудиторный для студентов – 25 шт., стул – 48 шт., кресло преподавателя – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., ноутбук 90NBOAQ2-M01400 – 1 шт., источник бесперебойного питания Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 6 шт.

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

Аудитории для проведения практических занятий.

16 посадочных мест

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

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

8.2. Помещения для самостоятельной работы :

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

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2025 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2025 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2025 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2025 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслужи-

вание 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 15ft - 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 Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

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

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

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

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

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

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

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

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

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

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

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

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

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»).
2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007).
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).