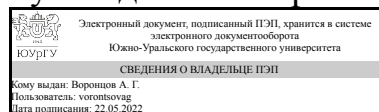


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



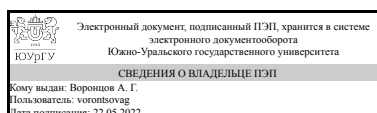
А. Г. Воронцов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.О.22 Основы проектирования электронной компонентной базы для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника
уровень Бакалавриат
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

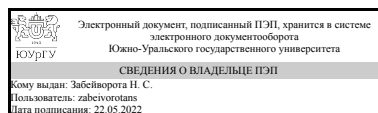
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 927

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,
к.техн.н., доц., доцент



Н. С. Забейворота

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: привить будущему специалисту современное конструкторское мышление, дающее квалифицированно решать разнообразные задачи в проектировании электронной компонентной базы. Дисциплина нацелена на подготовку студента к решению следующих профессиональных задач: - изучение основ проектирования электронной компонентной базы, современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования. - проведение предварительного технико-экономического обоснования проектов; - сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения; - разработка проектной и технической документации, оформление законченных проектно-конструкторских работ.

Краткое содержание дисциплины

Направления развития электронной компонентной базы. Вопросы организации и проектирования компонентной базы. Выпуск необходимой технической документации с учетом требований. Вопросы проектирования интегральных микросхем, а также методы их защиты от возмущающих факторов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	Знает: нормативные требования для конструкторской документации Умеет: оформлять отчеты на ЭВМ в соответствии с требованием нормативной документации Имеет практический опыт: оформления отчетов на ЭВМ в соответствии с требованием нормативной документации

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.18 Схемотехника, 1.О.12 Инженерная и компьютерная графика, 1.О.17 Информатика, Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр), Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (6 семестр)	1.О.23 Основы технологии электронной компонентной базы

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.17 Информатика	<p>Знает: методики поиска, сбора и обработки информации в сети интернет, принципы работы современных пакетов редактирования текста и создания изображений, современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления информации в требуемом формате</p> <p>Умеет: применять методики поиска, сбора и обработки информации, полученной из сети интернет, редактировать текст, создавать рисунки, решать задачи обработки данных с помощью современных ЭВМ</p> <p>Имеет практический опыт: использования компьютера для поиска и обработки данных, работы в программах редактирования и форматирования текста, создания рисунков, обработки данных с помощью современных ЭВМ</p>
1.О.12 Инженерная и компьютерная графика	<p>Знает: нормативные требования для конструкторской документации; компьютерные пакеты для выполнения конструкторской документации</p> <p>Умеет: выполнять чертежи в соответствии с нормативными требованиями; использовать современные средства выполнения чертежей</p> <p>Имеет практический опыт: выполнения чертежей в соответствии с нормативными требованиями; работы с современными программными средствами подготовки чертежей</p>
1.О.18 Схемотехника	<p>Знает: основные принципы построения аналоговых и цифровых электронных схем; принципы подключения микросхем к цепям различного функционального назначения, нормативные требования для конструкторской документации в области схемотехники</p> <p>Умеет: разрабатывать электронные схемы, обладающие заданным функционалом, оформлять схемы, отчеты в соответствии с нормативные требования для конструкторской документации в области схемотехники</p> <p>Имеет практический опыт: сборки и анализа параметров стандартных электронных схем, оформления отчетов в соответствии с нормативные требования для конструкторской документации в области схемотехники</p>
Учебная практика, ознакомительная практика (2 семестр)	<p>Знает: способы использования информационно-коммуникационные технологии при поиске необходимой информации;</p> <p>Умеет: осуществлять поиск информации в сети интернет; использовать современные средства автоматизации для выполнения отчета, планировать этапы работы на основе цели и задач исследования</p> <p>Имеет практический опыт: написания отчета согласно нормативной документации, составления плана работы и его реализации</p>

Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика (6 семестр)	Знает: системы стандартизации и сертификации, нормативные требования к конструкторской документации Умеет: находить и критически анализировать информацию, необходимую для решения поставленной задачи; формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение; оформлять документацию согласно принятым стандартам, оформлять отчет согласно требованиям нормативной документации Имеет практический опыт: постановки цели и задач исследования, оформления отчета, согласно нормативным документам, написания отчета согласно требованиям нормативной документации
--	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 72,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,5	35,5	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Подготовка к экзамену	19,5	19,5	
Подготовка к семинарам	16	16	
Консультации и промежуточная аттестация	8,5	8,5	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение, цели и задачи дисциплины.	2	2	0	0
2	Электронная компонентная база. Классификация.	4	2	2	0
3	Организация и проектирование компонентной базы.	4	2	2	0
4	Техническая документация	4	2	2	0
5	Единая система конструкторской документации	4	2	2	0

6	Особенности автоматизированного проектирования технической документации, схемная документация	4	2	2	0
7	Общие вопросы проектирования интегральных микросхем	6	2	4	0
8	Материалы интегральных схем.	4	2	2	0
9	Структура ИС и технологические ограничения.	4	2	2	0
10	Разработка топологии плёночных элементов	4	2	2	0
11	Разработка топологии платы	4	2	2	0
12	Документация ИС.	4	2	2	0
13	Особенности конструирования толстопленочных ГИС.	4	2	2	0
14	Конструктивные и технологические методы защиты ИС.	4	2	2	0
15	Основы проектирования наноэлементов магнитной спинтроники. Организация проектирования электронной аппаратуры. Условия эксплуатации аппаратуры и их влияние на конструкцию.	8	4	4	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение. Цели и задачи дисциплины. Роль и место в электронике и микроэлектронике. Развитие электронной компонентной базы	2
2	2	Электронная компонентная база. Классификация и компоненты аналоговых и цифровых устройств. Основные параметры и характеристики.	2
3-4	3	Организация проектирования компонентной базы. Стадии разработки. НИР. ОКР. Этапы разработки. Техническое задание. Эскизный проект. Технический проект. Подготовка выпуска продукции. Понятие жизненного цикла. Cals-технология.	2
5	4	Техническая документация. Единая система конструкторской документации (ЕСКД) Единая система технологической документации (ЕСТД). Единая система программной документации (ЕСПД). Единая система технологической подготовки производства. (ЕСТПП). Единая система защиты изделий и материалов от коррозии, старения и повреждения. (ЕСЗКС).	2
6	5	Единая система конструкторской документации. Основные ГОСТы входящие в ЕСКД.	2
7	6	Особенности автоматизированного проектирования, технической документации. Графическая и текстовая документация.	2
8	7	Общие вопросы проектирования ИС. Методы формирования и конфигурации элементов.	2
9	8	Материалы ИС. Проводниковые диэлектрические, резистивные, контактных площадок и защитные материалы.	2
10	9	Структура интегральных схем. Конструктивные и технологические ограничения при проектировании ИС.	2
11	10	Разработка топологии пленочных элементов. Расчет резисторов, конденсаторов. контактных площадок и проводников.	2
12	11	Разработка топологии платы.	2
13	12	Разработка документации на выпуск ИС.	2
14	13	Особенности конструирования толстопленочных ИС. Платы, пасты для толстопленочных ИС. Разработка топологии. Расчет элементов	2
15	14	Конструктивные и технологические методы обеспечения требований ИС. Технические условия. Меры защиты от возмущающих факторов. Обеспечение тепловых режимов и влагозащиты.	2
16	15	Основы проектирования наноэлементов магнитной спинтроники.	4

		Тонкоплёночные магниторезистивные датчики магнитного поля. Однослойные, двуслойные датчики. Особенности электронного обрамления. Логические элементы, гальванические развязки, спиновые транзисторы. Организация проектирования электронной аппаратуры. Конструктивная иерархия элементов, узлов устройств. Модульный принцип конструирования. Стандартизация при модульном конструировании. Условия эксплуатации электронной аппаратуры. Влияние внешних факторов на работоспособность. Объекты установки аппаратуры и характеристики.	
--	--	---	--

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	2	Семинар "Развитие электронной компонентной базы и электроники в России".	2
2-3	3	Семинар "Проектирование компонентной базы".	2
4	4	Семинар "Работа с основными техническими документами".	2
5	5	Семинар "Работа с стандартами ЕСКД".	2
6	6	Семинар "Работа с электронными пакетами проектирования технической документации".	2
7-8	7	Семинар "Методы формирования и конфигурации элементов ИС".	4
9	8	Семинар "Материалы ИС. Материалы подложек. Основные характеристики и свойства".	2
10	9	Семинар "Структура ИС приведенных образцов".	2
11	10	Семинар "Разработка топологии печатной платы".	2
12	11	Семинар "Расчет пленочных элементов".	2
13	12	Семинар "Оформление документации".	2
14	13	Семинар "Расчет элементов толстопленочных ИС".	2
15	14	Семинар "Методы защиты интегральных схем".	2
16	15	Семинар "Влияние климатических факторов на работу электронной аппаратуры и электронной компонентной базы".	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к экзамену	1. Материалы лекций и семинарских занятий. 2. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [Текст] учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Академия, 2007. - 364, [1] с. ил. 22 см. (Страницы 11-22; 62-68; 136-246)	7	19,5
Подготовка к семинарам	1. https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73340483/#review - Распоряжение Правительства РФ от 17 января 2020 г. № 20-п О Стратегии развития электронной промышленности РФ на	7	16

	<p>период до 2030 г. и плане мероприятий по ее реализации 2. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский; под ред. И. Г. Мироненко.— Москва: Академия, 2008 .— 365 с. (Страницы 50 - 160) 3. Материалы лекций</p>		
--	---	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Развитие электронной компонентной базы и электроники в России"	1	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.</p>	экзамен
2	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Проектирование электронной компонентной базы"	1	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам</p>	экзамен

						семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов..	
3	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Работа с стандартами ЕСКД"	2	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.</p>	экзамен
4	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Методы формирования и конфигурации элементов ИС"	1	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.</p>	экзамен
5	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Материалы ИС. Материалы подложек. Основные характеристики и свойства"	1	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.</p>	экзамен

6	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта по теме "Разработка топологии печатной платы"	1	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.</p>	экзамен
7	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Расчет пленочных элементов"	2	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.</p>	экзамен
8	7	Текущий контроль	Выступление и сдача конспекта семинара по теме "Методы защиты интегральных схем"	1	3	<p>За содержательное выступление с презентацией, отражающее полноту раскрытия темы на семинарском занятии или активное участие в обсуждении многих (более трёх) вопросов семинара, а также сдаче конспекта по теме семинара начисляется 3 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара и участие в обсуждении вопросов начисляется 2 балла.</p> <p>За подготовку и сдачу конспекта по вопросам семинара начисляется 1 балл.</p> <p>За отсутствие конспекта по вопросам семинара и не участие в работе на семинаре начисляется 0 баллов.</p>	экзамен
9	7	Промежуточная	Экзамен	-	4	Экзамен в форме письменных ответов на вопросы приведенные в	экзамен

		аттестация			билете. Билет содержит 4 вопроса. За вопрос начисляется по 1 баллу. Максимальная оценка 4 баллов. Минимальная оценка 0 баллов. 4 балла выставляется студенту, глубоко и прочно усвоившему программный и дополнительный материал, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно его излагающему; в ответе которого тесно увязывается теория с практикой. При этом студент не затрудняется в ответе при видоизменении задания; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, правильно обосновывает приняты решения, владеет разносторонними навыками и приёмами выполнения практических задач. 3 балла выставляется студенту, твердо знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, хорошо владеет необходимыми практическими навыками. 2 балла выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала и испытывает затруднения в выполнении практических навыков. 1 балл выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические навыки. 0 баллов выставляется студенту, который не знает программного материала и у него отсутствуют ответы на вопросы.	
--	--	------------	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
------------------------------	----------------------	---------------------

экзамен	<p>Экзаменационные билеты составляются на основе учебной программы. Билет включает 4 вопроса . Преподаватель напоминает общие рекомендации по подготовке ответов, письменному ответу по вопросам билета, а также по ответам на дополнительные вопросы. Студенты берут билет, называют его номер и занимают индивидуальные места за столами для подготовки ответов. На подготовку ответов на билет студенту отводится 1 час, 20 минут. Студент, подготовившись к ответу, садится за экзаменационный стол. Прохождение контрольных мероприятий по промежуточной аттестации не обязательно.</p>	<p>В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения</p>
---------	--	--

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПК-4	Знает: нормативные требования для конструкторской документации									+
ОПК-4	Умеет: оформлять отчеты на ЭВМ в соответствии с требованием нормативной документации	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ОПК-4	Имеет практический опыт: оформления отчетов на ЭВМ в соответствии с требованием нормативной документации	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Баканов, Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств [Текст] учебное пособие для вузов по направлению "Радиотехника" Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. - М.: Академия, 2007. - 364, [1] с. ил. 22 см.

б) дополнительная литература:

Не предусмотрена

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Основы проектирования электронной компонентной базы [Текст : непосредственный] Ч. 1 : конспект лекций по направлению 11.03.04 и др. / Н. С. Забейворота ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физика наноразмер. систем ; ЮУрГУ

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Основы проектирования электронной компонентной базы [Текст : непосредственный] Ч. 1 : конспект лекций по направлению 11.03.04 и др. / Н. С. Забейворота ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Физика наноразмер. систем ; ЮУрГУ

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Денисенко, В. В. Компактные модели МОП-транзисторов для SPICE в микро- и нанoeлектронике : монография / В. В. Денисенко. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 408 с. — ISBN 978-5-9221-1200-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59590 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Давыдов, С. Ю. Элементарное введение в теорию наносистем : учебное пособие / С. Ю. Давыдов, А. А. Лебедев, О. В. Посредник. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 192 с. — ISBN 978-5-8114-1565-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168631 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-5149-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133479 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Шилова, О. А. Золь-гель технология микро- и нанокompозитов : учебное пособие / О. А. Шилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-1417-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168546 (дата обращения: 03.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. ANSYS-ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (Mechanical, Fluent, CFX, Workbench, Maxwell, HFSS, Simplorer, Designer, PowerArtist, RedHawk)(бессрочно)
3. ASCON-Компас 3D(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Консультант Плюс(31.07.2017)
2. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
3. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	506 (16)	Компьютер, проектор.
Практические занятия и семинары	506 (16)	Компьютер, проектор.
Экзамен	506 (16)	Компьютер, проектор.