

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники

**Авторы-составители: Пономарев Роман Сергеевич
Волынцев Анатолий Борисович**

Рабочая программа дисциплины

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
МИКРО- И НАНОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ**

Код УМК 87750

Утверждено
Протокол №9
от «13» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной техники

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной техники** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

ПК.3 согласование выбора технологического оборудования совместно с профильными специалистами организации с учетом особенностей нанотехнологических процессов, а также надежности, ремонтпригодности, доступности сервиса производителя и поставок запчастей

Индикаторы

ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса

ПК.3.2 Проводит координацию работ по технической подготовке и сопровождению производства изделий нанотехнологий и микросистемной техники

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение практических занятий, семинаров	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	36
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Часть 1. Формирование геометрии моделируемой микро-и наносистемы

1. Введение

Дается историческая справка, основные методы математического моделирования микро- и наносистем, основные понятия и терминология, предмет изучения. Рассматриваются вопросы развития физики микро- и наносистем.

2. Иерархия и принципы моделирования микро- и наносистем

Рассматриваются принципы моделирования микро- и наносистем как целого и при разбиении на конечные элементы. Рассматривается построение поведенческой модели системы через задание ее геометрии, начальных и граничных условия, характеристик сетки, задания материальных параметров объекта и внешних условий.

3. Моделирование геометрии системы

Рассматриваются методы компьютерного формирования геометрии системы из простых многогранников, методы объединения многогранников, методы виртуальной экструзии по сложному профилю, методы проверки корректности расположения элементов системы с учетом их допустимых перемещений.

Часть 2. Моделирование физических свойств кристаллических и аморфных материалов

1. Моделирование механических свойств

Рассматриваются методы задания свойств материалов системы, определяющих ее поведение при механических нагрузках. Особый упор делается на различие свойств кристаллических и аморфных материалов.

2. Моделирование оптических свойств

Рассматриваются методы задания и моделирования изменений в оптических свойствах системы, включая показатели преломления по всем направлениям, электро- и пьезооптические свойства системы, эффекты первого и второго порядка.

3. Моделирование электрических свойств

Рассматриваются методы задания и моделирования электрических свойств системы, таких как диэлектрическая проницаемость и проводимость в зависимости от температуры и частоты внешнего подаваемого напряжения.

Часть 3. Моделирование поведения системы как целого в изменяющихся внешних условиях

Система как комплекс взаимодействующих элементов

Рассматривается система, как комплекс элементов, обладающих определенными свойствами и находящихся во взаимодействии.

Методы описания структуры микро- и наносистем

Рассматриваются различные методы описания структуры системы.

Связи в системе

Рассматриваются различные связи между элементами системы, методы описания и формирования связей системы, следствия из имеющихся и создаваемых связей.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Моделирование систем. Подходы и методы : учебное пособие / В. Н. Волкова, Г. В. Горелова, В. Н. Козлов [и др.] ; под редакцией В. Н. Волкова, В. Н. Козлов. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2013. — 568 с. — ISBN 978-5-7422-4220-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/43957.html>
2. Беликова, Н. А. Математическое моделирование. Часть 2 : учебное пособие / Н. А. Беликова, В. В. Горелова, О. В. Юсупова. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009. — 64 с. — ISBN 978-5-9585-0359-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/20477>

Дополнительная:

1. Физические свойства металлов и сплавов : лабораторный практикум / О. И. Мамзурина, А. В. Поздняков, А. Ю. Чурюмов, А. Д. Барсуков. — Москва : Издательский Дом МИСиС, 2012. — 72 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/107007>
2. Математическое моделирование: пер. с англ./ред.: Дж. Эндрюс, Р. Мак-Лоун ; пер. Ю. П. Гупало.- Москва: Мир, 1979.-276.-Библиогр. в конце глав
3. Физические свойства материалов. Расчет и методы определения плотности твердых материалов / составители Н. В. Тарасова. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 24 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/17687>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.iprbookshop.ru/56070.html> Конструирование компонентов и элементов микро- и наноэлектроники

<http://www.iprbookshop.ru/12331.html> Элементы привода приборов. Расчет, конструирование, технологии

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной техники** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) ;
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux".
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome» или аналогичных.
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».
6. Мультиплатформенная САД программа для создания 3D моделей.

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Практические занятия проходят в компьютерном классе, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением. Состав оборудования определен в Паспорте компьютерного класса.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

К помещениям для самостоятельной работы студентов относятся:

- Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Автоматизированные системы конструирования элементов микро- и наносистемной
техники**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.3

согласование выбора технологического оборудования совместно с профильными специалистами организации с учетом особенностей нанотехнологических процессов, а также надежности, ремонтпригодности, доступности сервиса производителя и поставок запчастей

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса</p>	<p>Знать методы конструирования 2-D и 3-D изделий различной степени сложности. Владеть специализированными программными пакетами в области интегральной оптики и нанотехнологий.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не владеет способами моделирования геометрии системы</p> <p align="center">Удовлетворительн Владеет способами моделирования геометрии простой системы и способен задавать свойства материалов</p> <p align="center">Хорошо Владеет способами моделирования геометрии простой системы, способен задавать свойства материалов, модель соответствует требованиям ГОСТ, учитываются допуски и посадки</p> <p align="center">Отлично Владеет способами моделирования геометрии простой системы, способен задавать свойства материалов, модель соответствует требованиям ГОСТ, учитываются допуски и посадки, модель соответствует отраслевым стандартам, учитывается смежное оборудование</p>
<p>ПК.3.2 Проводит координацию работ по технической подготовке и сопровождению производства изделий нанотехнологий и микросистемной техники</p>	<p>Уметь анализировать физические характеристики различных конструкций микро- и наносистемной техники.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Не владеет способами моделирования геометрии системы</p> <p align="center">Удовлетворительн Владеет способами моделирования геометрии простой системы и способен задавать свойства материалов</p> <p align="center">Хорошо Владеет способами моделирования геометрии простой системы, способен задавать свойства материалов, модель соответствует требованиям ГОСТ,</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо учитываются допуски и посадки</p> <p style="text-align: center;">Отлично Владеет способами моделирования геометрии простой системы, способен задавать свойства материалов, модель соответствует требованиям ГОСТ, учитываются допуски и посадки, модель соответствует отраслевым стандартам, учитывается смежное оборудование</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса	3. Моделирование геометрии системы Защищаемое контрольное мероприятие	Умение строить геометрию проектируемой микро- и наносистемы
ПК.3.2 Проводит координацию работ по технической подготовке и сопровождению производства изделий нанотехнологий и микросистемной техники ПК.3.1 Способен выбирать технологическое оборудование совместно с профильными специалистами для целей технологического процесса	3. Моделирование электрических свойств Защищаемое контрольное мероприятие	Умение моделировать физические свойства микро- и наносистемы и процессы, сопровождающиеся изменением температуры, электрических и магнитных полей
ПК.3.2 Проводит координацию работ по технической подготовке и сопровождению производства изделий нанотехнологий и микросистемной техники	Методы описания структуры микро- и наносистем Защищаемое контрольное мероприятие	Умение моделировать систему как целое, состоящее из частей, соединенных связями

Спецификация мероприятий текущего контроля

3. Моделирование геометрии системы

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет задавать геометрию сложной системы из множества деталей	10
Знание геометрии системы, учитывая отраслевые стандарты и конструкцию смежного оборудования	10
Знание геометрии системы в соответствии с требованиями ГОСТ	10
Умеет задавать геометрию простой системы	5

3. Моделирование электрических свойств

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Умеет моделировать поведение элементов системы в широком диапазоне внешних условий с учетом особенностей используемых материалов	9
Умеет моделировать поведение элементов системы при переменной температуре и давлении	8
Умеет моделировать поведение элементов системы в переменном внешнем электрическом и магнитном поле	8
Умеет моделировать механическое нагружение элементов системы	5

Методы описания структуры микро- и наносистем

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **35**

Проходной балл: **15**

Показатели оценивания	Баллы
Умение выделять части системы из целого	10
Умение определять связи в системе	10
Умение выделять надсистемы и подсистемы для исследуемой системы	10
Умение прогнозировать развитие системы с учетом законов развития технических систем и положений диалектического материализма	5