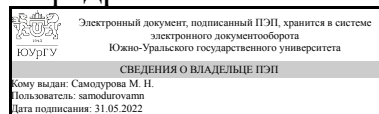


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



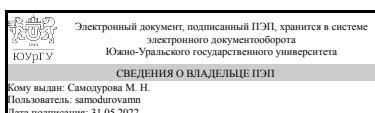
М. Н. Самодурова

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**дисциплины 1.Ф.М1.04 Проектирование и конструирование средств измерений для направления 12.04.01 Приборостроение**  
**уровень** Магистратура  
**магистерская программа** Информационно-измерительная техника и технологии в инновационных проектах промышленности  
**форма обучения** очная  
**кафедра-разработчик** Информационно-измерительная техника

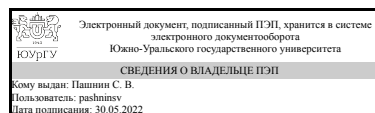
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 12.04.01 Приборостроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 957

Зав.кафедрой разработчика,  
Д.техн.н., доц.



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,  
старший преподаватель



С. В. Пашнин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель: Формирование и развитие основных компетенций обучающихся при проектировании и конструировании измерительных средств с использованием современных программных средств. Задачи: - изучение программных средств, используемых в процессе проектирования, конструирования и при подготовки производства средств измерения; - получение устойчивых навыков использования автоматизированных систем подготовки проектно-конструкторской и технологической документации, производства, интегрированных системах автоматизации проектных работ и управления производством; - развитие умений расчета и проектирования деталей, элементов и устройств, основанных на различных физических принципах действия.

## Краткое содержание дисциплины

Классификация измерительных приборов. Измерительные информационные системы и их разновидности. Условия и режимы работы измерительных приборов и систем. Характеристики качества измерительных приборов и систем. Измерительные сигналы средств измерения. Преобразования измерительных сигналов в средствах измерения. Измерительные преобразователи различных физических величин и полей. Помехозащищенность средств измерения. Методы построения и анализа моделей средств измерения. Математическое моделирование средств измерения с использованием метода решения обратной задачи. Использование принципа инвариантности при проектировании средств измерения. Оптимизационные расчеты средств измерения. Проектирование средств измерения с учётом требований надёжности. Проектирование средств измерения по точностным характеристикам. Проектирование измерительных систем. Виды и методы проектирования средств измерения. Основные сведения о системах автоматизированного проектирования средств измерения. Программный комплекс Autodesk Inventor для автоматизации конструкторской и технологической подготовки производства. Области применения САПР в приборостроении. Принципы построения, классификация и структура САПР (CAD/CAM/CAE).

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: методику разработки функциональных и структурных схем приборов, методику применения САПР для проведения проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием Умеет: применить технические требования к конструкциям блоков и элементов, применять САПР для проектирования и конструирования узлов, блоков, приборов и систем Имеет практический опыт: подготовки технической документации на функциональные и структурные схемы приборов и систем, подготовки проектной документации

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Управление проектами	Статистические методы управления качеством

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

Дисциплина	Требования
Управление проектами	<p>Знает: способы управления проектом , включая важнейшие принципы, источники, формы и принципы организации проектного финансирования, специфику реализации проектов, особенности завершения проекта и др., способы организации и управления проектами, основные источники данных, необходимых для разработки и управления реализацией проекта; формы представления информации о проекте</p> <p>Умеет: рассчитывать показатели эффективности различных вариантов проекта и выбрать оптимальный вариант; планировать затраты на производство и реализацию продукции, выработать командную стратегию при реализации инновационных промышленных проектов, применять методы измерения и передачи сигналов различной физической природы, обработки полученных данных и анализировать показатели проекта в разных фазах его жизненного цикла</p> <p>Имеет практический опыт: планирования, управления стоимостью и контроля проекта; практическими навыками разработки, реализации и оценки эффективности проекта; навыками управления рисками по проекту, определения целей, предметной области и структуры проекта, расчета календарного плана осуществления проекта, формирования основных разделов сводного плана проекта; анализировать риски проекта; сбора, анализа и обработки данных о проекте, необходимых для принятия управленческих организационных, инвестиционных и финансовых решений</p>

### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч., 75,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
--------------------	-------------	------------------------------------

		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	144	144
<i>Аудиторные занятия:</i>	64	64
Лекции (Л)	32	32
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	32	32
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	68,5	68,5
Самостоятельная работа	68,5	68,5
Консультации и промежуточная аттестация	11,5	11,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства	8	8	0	0
2	САПР прототипирования измерительных средств	12	8	0	4
3	Автоматизация подготовки производства и изготовления печатных плат	16	8	0	8
4	САПР Autodesk Inventor	28	8	0	20

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Автоматизация конструкторско-технологической подготовки производства. Особенности применения информационных технологий. Создание информационного пространства проектных работ. Синхронизация проектирования и технологической подготовки производства. Задачи инженерного анализа. Задачи (обеспечение технологичности изделий, проектирование технологических процессов, проектирование и изготовление средств технологического оснащения, управление процессами ТПП).	4
2	1	Базовые системы автоматизации проектирования и управления в технологической подготовке производства. Роль компьютерной модели изделия. Представление моделей (каркасное, полупрозрачное, полутонное). Способ представления моделей (поверхностное, твердотельное, гибридное). Форматы описания моделей. Системы моделирования технологических процессов (CAE). Системы электронного документооборота и управления процессом проектирования в технологической подготовке производства.	4
3	2	САПР подготовки карт техпроцессов. Методология автоматизированного проектирования технологических процессов (индивидуальный, на основе групповых процессов, метод синтеза). Описание баз данных для справочников (потребностей, техпроцессов, изделий, оборудования, инструментов). Способы проектирования карт техпроцессов, ведущие российские производители САПР и занимаемая ими доля рынка.	4
4	2	САПР для систем быстрого прототипирования. Процессы быстрого прототипирования и изготовления. Стереолитография. Отверждение на	4

		твердом основании. Избирательное лазерное спекание. Трехмерная печать. Ламинирование. Моделирование методом наплавления. Станки для быстрого прототипирования. Прототипы для оценки проекта. Прототипы для функциональной оценки. Примеры специального применения быстрого прототипирования. Программные технологии для быстрого прототипирования.	
5	3	САПР для программирования станков с ЧПУ. Автоматизация проектирования управляющих программ для программно-управляемого технологического оборудования. Этапы подготовки производства на станках с ЧПУ. Задачи решаемые при проектировании программ. Системы автоматической подготовки программ (САП). Информационная модель. Геометрические преобразования. Расчет параметров и траектории инструмента. Структура и информационные потоки в САП. Интерактивное графическое программирование. Адаптивные системы ЧПУ. САПР для симуляции процесса работы станков с ЧПУ. Назначение симуляция процессов для станков с ЧПУ и составляющие – визуализация и верификация. Обзор, сравнение программ (зарубежные и отечественные системы) и их особенности.	4
6	3	Автоматизация процесса подготовки производства для изготовления печатных плат. Задачи подготовки производства для печатных плат (импортирование данных, автоматизированная про-верка выполнения правил проектирования, панелизация, редактирование, генерация файлов, макросы). Классификация программного обеспечения (базовый уровень, средний, высокий). Общие черты современных САПР для подготовки производства . Отечественные и импортные САПР подготовки производства. Автоматизация процесса изготовления печатных плат. Основные методы производства печатных плат ( субтрактивные, аддитивные, полуаддитивные и комбинированные). Программно-управляемое оборудование для производства плат (фотоплоттеры, ламинаторы, травление, экспонирование, сверление, маркировка, скрайбирование, прототипирование, покрытие, лужение, прессование). Особенности программирования оборудования. Примеры построения процесса изготовления печатных плат.	4
7	4	Интерфейс программы Autodesk Inventor. Создание 2D-эскиза. Базовые инструменты и размеры. Операции редактирования эскизов. Работа с зависимостями. Форматирование эскизов. Операция Выдавливание. Операция Вращение. Операции Сдвиг и Пружина.	4
8	4	Операция Лофт. Работа с деталями. Настройка шаблонов. Создание параметрической детали. Создание сборки. Зависимости в сборке. Создание чертежа. Инженерные (CAE) расчеты в Inventor	4

## 5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

## 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	2	Проектирование прототипа. Калибровка 3D-принтера. Выбор пластика и настройка 3D-принтера. Изготовление пробных деталей	4
2	3	Основы работы в Altium Designer. Настройка проекта. Создание принципиальной схемы	4
3	3	Проектирование и печать печатной платы. Трассировка.	4

4	4	Интерфейс программы Autodesk Inventor. Создание 2D-эскиза.	4
5	4	Базовые инструменты и размеры. Операции редактирования эскизов. Работа с зависимостями. Форматирование эскизов.	4
6	4	Операция Выдавливание. Операция Вращение. Операции Сдвиг и Пружина.	4
7	4	Работа с деталями. Настройка шаблонов. Создание параметрической детали.	4
8	4	Создание сборки. Зависимости в сборке. Создание чертежа. Инженерные (САЕ) расчеты в Inventor	4

#### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Самостоятельная работа	Зиновьев Д.В. Основы проектирования в Autodesk Inventor 2016. Практическое руководство по освоению программы Autodesk Inventor в кратчайшие сроки. Москва - 2017, 256 с. Страницы 45-84	2	68,5

#### 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	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Проектирование конструкторской документации	1	10	Оценивается 3D-модель детали и ее рабочий чертеж в Autodesk Inventor и Компас. Проверяется наличие основных видов, разрезов, сечений, линейных и угловых (при необходимости) размеров, шероховатостей, баз и обозначений вида отклонений и расположения поверхностей (по образцу)	экзамен
2	2	Текущий контроль	3D-модель механизма	1	10	Оценивается сложность механизма и соответствие проекта прототипа выбранному механизму, а также работоспособность его анимированной модели	экзамен
3	2	Курсовая работа/проект	Проектирование печатной платы	-	10	Оценивается проект печатной платы в соответствии с презентацией. Оценивается соответствие оформления и структуры ПЗ требованиям стандарта университета и ЕСКД. Работа оценивается по 10-балльной	курсовые работы

						системе. Студент получает 9-10 баллов при отсутствии грубых ошибок. 7-8 баллов, если есть некоторые ошибки и студент может их исправить на собеседовании. 5-6 баллов, если есть значительное количество ошибок и студент не может их оперативно исправить 0-4 баллов, если работа выполнена не в полном объеме, Студент не понимает, как их исправить даже после собеседования. Также оценивается срок сдачи. За каждую неделю позже назначенного срока - минус 1 балл.	
4	2	Промежуточная аттестация	Собеседование по контрольным вопросам	-	10	При собеседовании с преподавателем оценивается полнота ответов на 2 вопроса экзаменационного билета и их обоснованность. Оценивание производится по 10 балльной системе.	экзамен

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
экзамен	Итоговая оценка выставляется в соответствии с принятой в университете балльно-рейтинговой системой. Проводится собеседование по выполненным работам. Студент имеет право на повышение рейтинга по итогам собеседования с преподавателем и его ответами на контрольные вопросы.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения
курсовые работы	Защита курсовой работы производится на собеседовании с преподавателем. В случае выявления ошибок студент может внести соответствующие изменения или объяснить необходимое решение с целью повышения оценки	В соответствии с п. 2.7 Положения

## 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
УК-2	Знает: методику разработки функциональных и структурных схем приборов, методику применения САПР для проведения проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием	+	+	+	+
УК-2	Умеет: применить технические требования к конструкциям блоков и элементов, применять САПР для проектирования и конструирования узлов, блоков, приборов и систем	+	+	+	+
УК-2	Имеет практический опыт: подготовки технической документации на функциональные и структурные схемы приборов и систем, подготовки проектной 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. Вербовой, Л. В. Работа в Autodesk Inventor Л. В. Вербовой. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004. - 495 с. ил.
2. Юрков, Н. К. Технология производства электронных средств [Текст] учебник для вузов по направлению 211000 - "Конструирование и технология электрон. средств" Н. К. Юрков. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. и др.: Лань, 2014. - 474 с. ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Пирогова, Е. В. Проектирование и технология печатных плат Учеб. для вузов по направлению подготовки дипломированных специалистов "Проектирование и технология электронных средств" Е. В. Пирогова. - М.: Форум : ИНФРА-М, 2005. - 559 с.

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

1. САПР и графика
2. CAD/CAM/CAE
3. Сборка в машиностроении, приборостроении

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Лысенко Ю.В. Методическое пособие для самостоятельной работы студента по дисциплине Проектирование и конструирование средств измерений

#### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Лысенко Ю.В. Методическое пособие для самостоятельной работы студента по дисциплине Проектирование и конструирование средств измерений

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Кревченко, Ю. Р. Проектирование измерительных приборов и систем : учебное пособие / Ю. Р. Кревченко, Д. В. Шайхутдинов. — Новочеркасск : ЮРГПУ, 2015. — 283 с. — ISBN 978-5-9997-0526-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180931">https://e.lanbook.com/book/180931</a> (дата обращения: 17.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### Перечень используемого программного обеспечения:

1. AutoDesk-AutoCAD(бессрочно)
2. ASCON-Компас 3D(бессрочно)



- Autodesk-Educational Master Suite (AutoCAD, AutoCAD Architecture, AutoCAD Civil 3D, AutoCAD Inventor Professional Suite, AutoCAD Raster Design, MEP, Map 3D, Electrical, 3ds Max Design, Revit Architecture, Revit Structure, Revit(бессрочно))

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	536 (3б)	Компьютерный класс, 14 рабочих мест