

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1160040	Теоретические основы конструирования

Екатеринбург

<b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> 1. Кибер-производство 2. Гибкие производственные системы	<b>Код ОП</b> 1. 15.04.06/33.02 2. 15.04.04/33.01
<b>Направление подготовки</b> 1. Мехатроника и робототехника; 2. Автоматизация технологических процессов и производств	<b>Код направления и уровня подготовки</b> 1. 15.04.06; 2. 15.04.04

Программа модуля составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гулин Валерий Николаевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электронного машиностроения

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Теоретические основы конструирования

## 1.1. Аннотация содержания модуля

Модуль включает дисциплину «Расчет и конструирование механических узлов мехатронных, роботизированных и автоматизированных систем». Модуль формирует способность выполнять теоретическое обоснование проектных и научно-исследовательских работ в области мехатронных, роботизированных и автоматизированных систем, осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий, проектировать изделия машиностроения и автоматизированные, роботизированные технологические линии по их изготовлению.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Расчет и конструирование механических узлов мехатронных, роботизированных и автоматизированных систем	6
ИТОГО по модулю:		6

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	1. Приводы и управление для мехатронных, роботизированных и автоматизированных систем

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Расчет и конструирование механических узлов мехатронных,	УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного	3-1 - Демонстрировать понимание основных методов системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций

<p>роботизированных и автоматизированных систем</p>	<p>подхода, вырабатывать стратегию действий, в том числе в цифровой среде</p>	<p>З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций</p> <p>У-1 - Выявлять проблемные ситуации, используя методы системного подхода и критического анализа</p> <p>У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>У-3 - Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения</p> <p>П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов</p> <p>П-2 - Использовать методы критического анализа и системного подхода в разработке стратегии действий для решения проблемных ситуаций, в том числе в цифровой среде</p> <p>Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление</p>
	<p>ОПК-4 - Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей</p>

		<p>профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p>
	<p>ОПК-5 - Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и</p>

		<p>модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p>
	<p>ПК-5 - Способен разрабатывать и модернизировать конструкции машиностроительных изделий</p> <p><b>(Гибкие производственные системы)</b></p>	<p>З-1 - Различать руководящие нормативно-технические материалы и документы, применяемые при проектировании изделий машиностроения; содержание и последовательность работ при конструировании</p> <p>У-1 - Правильно выполнять расчеты прочности механических узлов проектируемого изделия, анализировать компоновочные, кинематические и конструктивные схемы механизмов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт конструирования изделий машиностроения и автоматизированных, роботизированных технологических линий по их изготовлению</p>
	<p>ПК-5 - Способен проектировать изделия машиностроения и автоматизированные, роботизированные технологические линии по их изготовлению</p> <p><b>(Кибер-производство)</b></p>	<p>З-1 - Знать руководящие нормативно-технические материалы и документы, применяемые при проектировании изделий машиностроения; содержание и последовательность работ при конструировании</p> <p>У-1 - Уметь выполнить расчеты прочности механических узлов проектируемого изделия; анализировать компоновочные, кинематические и конструктивные схемы механизмов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт конструирования изделий машиностроения и автоматизированных, роботизированных технологических линий по их изготовлению</p>

### 1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Расчет и конструирование механических**  
**узлов мехатронных, роботизированных и**  
**автоматизированных систем**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия Имя Отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Гулин Валерий Николаевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	Кафедра электронного машиностроения

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Новых материалов и технологий**

Протокол № 20220331-01 от 31.03.2022 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- С применением электронного обучения на основе электронных учебных курсов, размещенных на LMS-платформах УрФУ
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Предмет и задачи дисциплины. Особенности самостоятельной работы по программе дисциплины. Общие сведения о проектировании технических объектов и систем в составе ГПС. Основные понятия ГПС: объект, элемент, система; характеристики объекта. Структура исполнительных устройств и механизмов, функции составных частей. Содержание понятия «конструирование», критерии эффективности конструкции, основные виды расчётов: кинематические, силовые, прочностные. Порядок изучения дисциплины.
P2	Основы организации проектирования ГПС	Программные продукты в проектировании ГПС CAD/CAM/CAE-системы в конструкторско-технологическом проектировании. Обзор. Сравнительные характеристики. Особенности работы в SolidWorks, КОМПАС, ANSYS. Использование PDM систем. Интеграция ГПС - ERP MES-системы и SCADA-системы в ГПС. Особенности управления и построения систем. Требования к конструированию компонентов. Интерфейсы датчиков и исполнительных устройств для связи с SCADA-системами. Особенности конструирования для распределенного производства и дистанционного управления. Оформление КТП Стандарты ЕСКД и ЕСТП. Этапы проектирования. Оформление документов и чертежей по ГОСТ. Особенности эскизных документов

<p><b>Р3</b></p>	<p>Основы проектирования исполнительных механизмов ГПС</p>	<p>Построение приведённых расчётных схем механизмов          Принципы построения приведённых расчётных схем механизмов, схемы вращательного и поступательного движения, описывающие их параметры, многомассовые и двухмассовые схемы, правила вычисления приведённых значений параметров при разных режимах работы механизма. Расчёт нагрузок с применением приведённых расчётных схем механизмов Расчётная динамическая модель механизма, её описание. Составление уравнений движения. Расчёт нагрузок: а) при пуске двигателя, б) при присоединении к движущимся механизмам ранее неподвижных. Законы движения деталей          Формы описания законов движения: графическая, табличная, аналитическая, их характеристики. Суть и достоинства аналитической относительной формы. Классификация механизмов законов движения. Выбор закона движения в конкретной ситуации. Переход от табличной формы к аналитической относительной. Определение закона движения детали рычажного механизма методом замкнутого векторного контура Расчёты на прочность и жёсткость Виды нагружения и деформаций деталей. Расчёт действующих механических напряжений при простых и сложных видах нагружения. Определение допускаемых напряжений при статических и динамических нагрузках. Выбор материалов деталей. Определение коэффициентов жёсткости простых тел и реальных деталей. Расчёт величин абсолютных деформаций при различных видах нагружения.</p>
<p><b>Р4</b></p>	<p>Направляющие движения          Классификация направляющих.</p>	<p>Конструкции направляющих вращательного и поступательного движений, с трением скольжения, качения, с «внутренним трением». Требования к качеству изготовления, применяемые материалы. Расчёт сил сопротивления движению в направляющих. Расчёт направляющих на прочность.</p>
<p><b>Р5</b></p>	<p>Типовые механизмы ГПС</p>	<p>Кулачковые механизмы Классификация кулачковых механизмов. Расчёт размеров кулачков, углов давления, контактных усилий и напряжений, момента на валу кулачка. Особенности расчёта механизмов с силовым и кинематическим замыканием. Конструирование кулачковых механизмов, требования к качеству изготовления, применяемые материалы. Кулачково роликовый механизм Устройство и работа механизма. Алгоритм проектного расчёта. Мальтийские механизмы Виды мальтийских механизмов. Кинематика, силовые и прочностные расчёты нормальных мальтийских механизмов с внешним зацеплением. Конструирование мальтийских механизмов, требования к качеству изготовления, применяемые материалы. Храповые механизмы Виды храповых механизмов. Расчёт размеров и прочности деталей храповых механизмов. Конструирование храповых механизмов, требования к качеству изготовления, применяемые материалы. Механизмы с муфтами Устройство и работа сцепных, однооборотных, предохранительных, компенсирующих муфт. Выбор муфт для конкретных условий применения. Механизмы фиксации Устройство и работа механизмов одинарной и двойной фиксации. Виды фиксирующих и направляющих поверхностей. Расчёт усилий и</p>

		времени фиксации. Конструирование механизмов фиксации, требования к качеству изготовления, применяемые материалы.
<b>Р6</b>	Приводы механизмов ГПС Выбор типа привода.	Согласование скоростных и нагрузочных параметров механизма и двигателя. Определение необходимой мощности электродвигателя. Расчёт электромагнитного привода механизмов.
<b>Р7</b>	Анализ решений при проектировании	Методы анализа решений проектирования ГПС. Использование ТРИЗ при проектировании ГПС. Инженерный анализ при проектировании ГПС. Аналитический и конечно-элементный анализ ГПС. Погрешности САД-моделей. Методы обеспечения точности в единичном и мелкосерийном производстве. Применение моделирования при проектных расчетах. Экономическое обоснование модернизаций и новых разработок. Влияние экономических условий на проектирование ГПС. Выбор модернизации или новых разработок. Оценка конкретных решений.

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Расчет и конструирование механических узлов мехатронных, роботизированных и автоматизированных систем**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Родионов, Ю. В.; Детали машин и основы конструирования: краткий курс : учебное пособие. 2. ; Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), Тамбов; 2017; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499042> (Электронное издание)
2. Карпенко, Л. Н.; Расчёт и конструирование электромагнитных механизмов : учебное пособие.; Издательство Политехнического университета, Санкт-Петербург; 2014; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=363035> (Электронное издание)
3. Булгаков, , А. Г.; Промышленные роботы. Кинематика, динамика, контроль и управление; СОЛОН-ПРЕСС, Москва; 2017; <http://www.iprbookshop.ru/90390.html> (Электронное издание)
4. Кулаков, , Д. Б.; Роботы и робототехника: лабораторный практикум : учебное пособие.; Российский университет дружбы народов, Москва; 2018; <http://www.iprbookshop.ru/91065.html> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Волчкевич, Л. И.; Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 651600 "Технол. машины и оборудование" специальности 120900 "Проектирование техн. и технол. комплексов".; Машиностроение, Москва; 2005 (111 экз.)
2. , Соломенцев, Ю. М.; Основы автоматизации машиностроительного производства : Учебник для

вузов.; Высшая школа, Москва; 1999 (16 экз.)

3. Конакова, И. П., Мещанинова, Т. В.; Основы автоматизации подготовки конструкторской документации : учебное пособие.; УГТУ-УПИ, Екатеринбург; 2009 (30 экз.)

4. Схиртладзе, А. Г.; Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств".; ТНТ, Старый Оскол; 2013 (5 экз.)

5. Шишмарев, В. Ю.; Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)".; Феникс, Ростов-на-Дону; 2017 (1 экз.)

6. , Житников, Ю. З., Житников, Б. Ю., Схиртладзе, А. Г., Симаков, А. Л., Воркуев, Д. С.; Автоматизация производственных процессов в машиностроении : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Технология машиностроения", направления подгот. "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в".; ТНТ, Старый Оскол; 2009 (1 экз.)

7. Егоров, О. Д.; Конструирование механизмов роботов : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Конструкт.-технол. обеспечение машиностроит. пр-в".; Абрис : Высшая школа, Москва; 2012 (1 экз.)

### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<http://lib.urfu.ru> – Зональная научная библиотека УрФУ

<http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека Elibrary.ru

<http://standartgost.ru/> – Открытая база ГОСТов

<http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://www.rsl.ru> - Российская государственная библиотека

### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<https://elearn.urfu.ru/enrol/index.php?id=4529> - курс в СДО MOODLE "Расчет и конструирование механических узлов мехатронных, роботизированных и автоматизированных систем"

[http://www.edu.ru/db/portal/sites/res\\_page.htm](http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm) – Федеральные образовательные ресурсы

[http://window.edu.ru/catalog/p\\_rubr=2.1](http://window.edu.ru/catalog/p_rubr=2.1) - Единое окно доступа к образовательным ресурсам

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Расчет и конструирование механических узлов мехатронных, роботизированных и**

**автоматизированных систем**

**Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p> <p>Mathcad 14</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p> <p>Система трехмерного твердотельного моделирования Компас-3D V8. Включает Компас-График V 8</p>
3	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA1 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr Student EES</p> <p>Mathcad 14</p> <p>Matlab R2015a + Simulink</p>

		<p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Система трехмерного твердотельного моделирования Компас-3D V8. Включает Компас- График V 8</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Office 365 EDUA5 ShrdSvr ALNG SubsVL MVL PerUsr B Faculty EES</p>