


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(НИ ТГУ)

Физико-технический факультет



УТВЕРЖДАЮ:

Декан ФТФ

 Ю.Н. Рыжих

» 06 \_\_\_\_\_ 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

**Системы автоматизированного проектирования и производства**

по направлению подготовки

**15.04.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки :  
**Моделирование робототехнических систем**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2022**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

 Г.Р. Шрагер

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-5 – Способен разрабатывать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью с учетом стандартов, норм и правил;
- ОПК-8 – Способен оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений;
- ОПК-9 – Способен разрабатывать и осваивать новое технологическое оборудование;
- ОПК-10 – Способен разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах;
- ОПК-14 – Способен организовывать и осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 5.1 Знать нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью.

ИОПК 5.2 Уметь разрабатывать техническую документацию по профессиональной деятельности в соответствии со стандартами, нормами и правилами.

ИОПК 5.3 Знать процедуру согласования нормативно-технической документации по профессиональной деятельности.

ИОПК 8.1 Знать основы организации и управления предприятием в условиях рынка, знать принципы процесса разработки, принятия, организации исполнения управленческих решений, знать подходы к формированию производственных затрат на изготовление продукции (работ, услуг).

ИОПК 8.2 Уметь оптимизировать затраты на обеспечение деятельности производственных подразделений.

ИОПК 9.1 Знать нормативные документы по совершенствованию мехатронных и робототехнических систем, методы и средства поверки (калибровки) и юстировки средств измерения, правила проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.

ИОПК 9.2 Уметь применять методы и средства поверки (калибровки) и юстировки средств измерения, правила проведения метрологической и нормативной экспертизы документации.

ИОПК 9.3 Уметь разрабатывать новое технологическое оборудование.

ИОПК 10.1 Знать методы прогнозирования чрезвычайных ситуаций и разработки моделей их последствий, принципы рационального и безопасного использования природных ресурсов, энергии и материалов, технику безопасности на рабочих местах.

ИОПК 10.2 Уметь разрабатывать методики контроля и обеспечения производственной и экологической безопасности на рабочих местах.

ИОПК 14.1 Знать особенности организации образовательного процесса по программам бакалавриата, магистратуры, специалитета и ДПП в области машиностроения.

ИОПК 14.2 Уметь осуществлять профессиональную подготовку по образовательным программам в области машиностроения.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Изучить системный подход к созданию переналаживаемых автоматизированных производств.

– Изучить особенности аппаратного и программного обеспечения систем управления производственными комплексами.

– Научиться применять различные виды систем автоматизированного проектирования для выполнения работ по изысканию, исследованию, расчетам и конструированию изделий, а также для проектирования технологических процессов.

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

### **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Второй семестр, экзамен

### **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

### **6. Язык реализации**

Русский

### **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 з.е., 180 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-практические занятия: 22 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

### **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Основные понятия и принципы комплексной автоматизации производства.

Современная концепция автоматизации производства. Понятие интегрированной производственной системы. Схемы материальных и информационных потоков в автоматизированном машиностроении. Концепция комплексной автоматизации в массовом и мелкосерийном производстве. Организационно-технологические основы комплексной автоматизации массового и мелкосерийного производства. Проектирование автоматизированного технологического процесса. Оценка накопленной погрешности при проектировании автоматизированного технологического процесса. Метод сетевого планирования и управления сложными работами-проектами.

Тема 2. Моделирование сложных технических систем.

Основные понятия моделирования сложных технических систем. Имитационное моделирование объектов производства с использованием сетей Петри. Имитационное моделирование объектов производства на основе теории массового обслуживания.

Тема 3. Автоматизация материальных потоков в интегрированной производственной системе.

Выбор основного и вспомогательного оборудования. Принципы построения производственных модулей механообработки, обработки тел вращения и корпусных деталей. Устройство систем инструментального обеспечения. Транспортно-накопительные системы автоматизированного производства. Непрерывный и дискретный транспорт. Автоматические склады.

Тема 4. Автоматизация информационных потоков в интегрированной производственной системе.

Система автоматизированного проектирования (САПР) изделий и технологических процессов. Программное обеспечение САПР. САПР конструктора. САПР технолога. Понятие автоматизированной системы управления. Автоматизированная система управления производством. Автоматизированная система управления технологическими

процессами. Понятие синтеза систем управления. Системы автоматизированного контроля и диагностирования. Контроль качества продукции. Принципы технического диагностирования.

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

**Экзамен во втором семестре** проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая и вторая часть проверяет компетенции ИОПК-5.1, ИОПК-5.3, ИОПК-8.1, ИОПК-9.1, ИОПК-10.1, ИОПК-14.1, ИОПК-14.2.

Первая часть представляет собой тест из 30 вопросов, ответы на которые даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит два вопроса, ответы на которые даются в развернутой форме.

Проверка компетенций ИОПК-5.2, ИОПК-8.2, ИОПК-9.2, ИОПК-9.3 и ИОПК-10.2 осуществляется в результате выполнения и интерпретации результатов по ряду практических заданий, которые обучающийся получает в течение всего семестра.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Задачи и состав автоматизированной системы управления технологическими процессами.
2. Промышленные локальные сети для управления техническими объектами. Протоколы связи в автоматизированном производстве.
3. Классификация предметов обработки и типизация технологических процессов.
4. Этапы типового процесса проектирования нового технического объекта.
5. Выработка управляющих решений в условиях неполной информации.
6. Промышленные программируемые контроллеры. Их структура. Типы программируемых контроллеров.
7. Схемы материальных и информационных потоков в автоматизированном машиностроении.

Примеры практических заданий:

1. Разработка модели роботизированного участка погрузки в среде RobotStudio  
Задачи: создание шаблонной системы; управление роботом в ручном режиме; создание траекторий; управление входными/выходными сигналами контроллера; редактирование управляющей программы в Rapid Editor; загрузка геометрии и библиотек; создание инструмента для манипулятора.

2. Разработка алгоритма визуального контроля фармацевтической продукции в среде NI Vision Builder for Automated Inspection. Задачей является принятие решения системой технического зрения о качестве паллетирования, а именно: определение числа таблеток в упаковке, сравнение с эталонным; указание числа недостающих таблеток или количества лишних таблеток; обработка изображения упаковки, и передача наглядной информации о типе дефекта и его расположении оператору.

3. Оценка эффективности автоматизированного производства в среде Autodesk Factory Design Suite. Задачи: провести анализ материальных потоков на спроектированной ранее планировке реального производства; оценить общие энергозатраты, затраты на транспортировку и коэффициенты использования оборудования; в ходе проведения оценок недостающие данные о технологическом оборудовании или его аналогах уточнить

из открытых источников; по нескольким заданным преподавателем критериям оптимизировать построенную планировку автоматизированного производства; предложить альтернативные варианты планировочного решения.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, показывающий всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания;

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, показывающий полное знание учебного материала, допустившим незначительные погрешности при выполняющий практического задания;

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, показавший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии; допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении практических заданий.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=22472>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине:

– Банк контрольных вопросов;

– Тестовый контроль с применением автоматизированной обучающей системы;

в) План практических занятий по дисциплине.

– План практических занятий: Знакомство с основными функциями среды офлайн программирования роботов компании ABB RobotStudio, и разработка модели роботизированного участка погрузки; Разработка алгоритмов визуального контроля фармацевтической продукции и чайных пакетиков в среде NI Vision Builder for Automated Inspection; Создание планировки автоматизированного производства в среде Autodesk Factory Design Suite и оценка эффективности автоматизированного производства; Имитационное моделирование объектов производства с использованием сетей Петри и теории массового обслуживания; Решение задач оптимизации параметров автоматизированной производственной системы.

– Доклады студентов на семинарских занятиях по выбранной заранее тематике. Примеры тем докладов: Жизненный цикл изделия и современные САПР; Обеспечение безопасности людей на роботизированном производстве; Перспективы развития робототехнических комплексов (РТК) и гибких производственных систем; Особенности робототехнических комплексов в условиях мелкосерийного производства; РТК сборки; РТК механической обработки; РТК в ядерной энергетике; Системы числового программного управления; Современные транспортно-складские роботы; Современные промышленные контроллеры; Место и роль складов в автоматизированном производстве; Критерии пригодности объектов к автоматическому манипулированию.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов:

– Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов состоит в проработке лекционного материала, учебно-методической литературы и интернет-ресурсов,

выполнении домашних заданий, подготовке к выполнению практических заданий, подготовке докладов, подготовке к сдаче экзамена.

– Самостоятельная (аудиторная) работа студентов заключается в выполнении проверочных работ. Проверочные работы представляют собой письменные ответы на вопросы, заданные преподавателем, а также тестовый контроль с применением автоматизированной обучающей системы.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Иванов, А. А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А.А. Иванов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2021. – 224 с.

– Схиртладзе А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. – М. : Абрис, 2012. – 568 с.

– Берлинер, Э. М. САПР конструктора машиностроителя : учебник / Э.М. Берлинер, О.В. Таратынов. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. – 288 с.

– Берлинер, Э. М. САПР технолога машиностроителя : учебник / Ю.М. Берлинер, О.В. Таратынов. – М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. – 336 с.

б) дополнительная литература:

– Базров, Б. М. Основы технологии машиностроения : учебник / Б.М. Базров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 683 с.

– Основы автоматизации технологических процессов и производств : учебное пособие : в 2 т. : Т. 1 : Информационные модели / Г. Б. Евгеньев [и др.] ; под ред. Г. Б. Евгеньева. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 441 с.

– Основы автоматизации технологических процессов и производств : учебное пособие : в 2 т. : Т. 2 : Методы проектирования и управления / Г. Б. Евгеньев [и др.] ; под ред. Г. Б. Евгеньева. – М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. – 479 с.

– Кудрявцев Е. М. Системы автоматизированного проектирования машин и оборудования: учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. – М. : АСВ, 2013. – 384 с.

– Кудрявцев Е. М. Основы автоматизированного проектирования: учебник для вузов / Е. М. Кудрявцев. – М. : Академия, 2013. – 294 с.

– Ушаков Д. М. Введение в математические основы САПР: курс лекций / Д. М. Ушаков. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 208 с.

– Малюх В. Н. Введение в современные САПР: курс лекций / В. Н. Малюх. – М. : ДМК Пресс, 2010. – 192 с.

в) ресурсы сети Интернет:

– открытые онлайн-курсы

– Обучающие материалы КОМПАС // URL: <http://kompas.ru/publications/video> (дата обращения 07.03.2022)

– Журнал «Cutting Tool Engineering Magazine» // URL: <https://www.ctemag.com> (дата обращения 07.03.2022)

– Каталог САПР // URL: <http://www.cadcatalog.ru> (дата обращения 07.03.2022)

## **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

– условно-бесплатное программное обеспечение: ABB RobotStudio, NI Vision Builder for Automated Inspection, Autodesk Factory Design Suite, Autodesk Inventor, Autodesk AutoCAD, КОМПАС-3D Учебная версия.

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –  
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий и занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешанном формате («Актру»).

#### **15. Информация о разработчиках**

Фролов Олег Юрьевич, к. ф.-м. н., доцент, кафедра прикладной газовой динамики и горения, физико-технический факультет НИ ТГУ, доцент