

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 (подпись) Страхов С. Ю.
 ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

| | |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки | 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Наземное технологическое оборудование стартовых систем |
| Уровень высшего образования | Магистратура |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | А Ракетно-космической техники |
| Выпускающая кафедра | А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | БИ8 СРЕДСТВА ВКО И ПВО (АЛМАЗ АНТЕЙ) |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 6 | 11 | 4 | 144 | 68 | 0 | 0 | 68 | 76 | 0 | 0 | 76 | диф. зач. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра БИ8 СРЕДСТВА ВКО И ПВО (АЛМАЗ АНТЕЙ)
Голованских Игорь Геннадьевич, к.воен.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **БИ8 СРЕДСТВА ВКО И ПВО (АЛМАЗ АНТЕЙ)**

Заведующий кафедрой Голованских И.Г., д.воен.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

А4 СТАРТОВЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ РАКЕТ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Долбенков В.Г., к.т.н., снс

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-8.5 — способность применять новые технологии, включая нейронные сети, робототехнические средства различного назначения, для создания инновационных продуктов, а также использовать знания по организационно-техническим основам разработки и организации производства инновационной продукции для решения соответствующих задач

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-8.5

знания:

основы функционирования промышленных роботов и робототехнических систем;

принцип действия и схемы элементов конструкции промышленных роботов;

принципы построения различных типов систем управления промышленных роботов, их особенности;

основные понятия о применении робототехнических средств;

умения:

формировать предложения по автоматизации производственных процессов;

решать задачи оптимизации при помощи специализированного программного обеспечения;

использовать программное обеспечение для построения модели технологического процесса производства и создания моделей промышленного объекта;

осуществлять рациональный выбор промышленных роботов;

навыки:

применять способы и методы автоматизации производственных процессов;

владеть методологией применения промышленных роботов на современных автоматизированных производствах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ПРИКЛАДНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-2 — Способен ставить и решать задачи по проектированию, конструированию, производству, испытанию и эксплуатации объектов профессиональной деятельности при использовании современных информационных технологий
- ОПК-6 — Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники
- ПК-91 — способен к коммуникации и кооперации в цифровой среде, использованию различных цифровых средств, позволяющих во взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей
- ПК-93 — способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |
|----------------------------|---------|--|-------|---------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Практические занятия | | ПСК-8.5 |
| 6 | 11 | Раздел 1. Концепция, определения, классификация и критерии цифровизации и автоматизации технологических процессов. Этапы автоматизации промышленности. Основные понятия и определения курса. Задачи совершенствования технологии машиностроения в настоящее время. Количественная и качественная оценка уровня автоматизации. Рациональный уровень автоматизации технологического процесса. Общие характеристики производств и особенности их автоматизации. Массовое, серийное и мелкосерийное производство. Поточные методы организации производства. Непоточные методы организации производства. Общая структура гибких производственных систем. | 14 | 4 | 4 | 10 | 10 |
| 6 | 11 | Раздел 2. Основные положения и принципы по проектированию коллаборативных производственных систем технологического оборудования и их место в цифровом производстве. 2.1 Технологический процесс автоматизированного производства. Дифференциация и концентрация операций технологического процесса. Характеристика технологических процессов автоматизированного производства. Понятия дифференциации и концентрации технологического процесса. Их преимущества и недостатки. Факторы, определяющие степень концентрации технологического процесса. Традиционные методы проектирования. Основы современного подхода к проектированию. Современный подход к проектированию на различных стадиях работы над проектом. Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. 2.2 Последовательное, параллельное и смешанное виды агрегатирования рабочих позиций автоматов и автоматических линий. Компонентные схемы автоматизированных производственных систем. Производительность многопозиционных машин с различными видами агрегатирования. Определение количества позиций, соответствующее максимальному значению производительности. Структурные схемы линий с последовательным, последовательно-параллельным агрегатированием. Варианты компоновки машин параллельного агрегатирования. Выявление способов повышения производительности и уменьшения издержек с помощью программ моделирования производственных процессов. 2.3 Планирование и проверка технологического процесса. Оптимизация размещения оборудования. Подбор технологического оснащения. | 32 | 14 | 14 | 18 | 25 |
| 6 | 11 | Раздел 3. Современные информационные технологии в проектировании производственных систем. Области применения облачных технологий на предприятиях автоматизированного производства. CAD/CAM, 3-D моделирование с помощью САПР «Компас-3D» при разработке технологического классификатора. | 34 | 18 | 18 | 16 | 25 |
| 6 | 11 | Раздел 4. Технологии сбора и обработки данных, а также методы математического моделирования и предиктивной аналитики гибкой производственной системы. 4.1 Технологии математического моделирования и цифровых теней. ЦД, облака и периферийные вычисления. Имитационное моделирование как методология построения ЦД. Методологические основы технического диагностирования. Характеристика математических моделей линейных непрерывных и дискретных систем. 4.2 Разработка способа выполнения операций и траекторий перемещения. Проверка ручных операций и эргономики. Программирование роботов и РТК в режиме off-line. Виртуальная пуско-наладка автоматизированных комплексов. | 32 | 16 | 16 | 16 | 20 |
| 6 | 11 | Раздел 5. Автоматизация бизнес-планирования и оценки эффективности инновационного проекта цифрового производства в среде динамического моделирования. Методы организации поиска отказавших элементов при основном соединении элементов. Диагностическая аппаратура. Методика диагностики автоматизированных систем. Определение затрат мощности холостого хода в приводах движений, с помощью программного обеспечения. | 32 | 16 | 16 | 16 | 20 |
| Всего за 11 семестр | | | 144 | 68 | 68 | 76 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 68 | 68 | 76 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|--|---|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Концепция, определения, классификация и критерии цифровизации и автоматизации технологических процессов. | Дифференциация и концентрация операций технологического процесса. Последовательное, параллельное и смешанное виды агрегатирования рабочих позиций автоматов и автоматических линий. Средства технологического оснащения и автоматизации технологических и производственных процессов. | 4 |
| 2 | Раздел 2. Основные положения и принципы по проектированию коллаборативных производственных систем технологического | Картирование процессов. Карта целевого состояния технологических процессов. Традиционные методы проектирования производства. Основы современного подхода к проектированию. Современный подход к проектированию на различных стадиях работы над | 4 |

| | | | |
|---------------------|--|--|---|
| | оборудования и их место в цифровом производстве. | проектом. Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. | |
| 3 | Раздел 3. Современные информационные технологии в проектировании производственных систем. | Этапы автоматизации промышленности. Основные понятия и определения курса. Задачи совершенствования технологии машиностроения в настоящее время. Общие характеристики производств и особенности их автоматизации. | 4 |
| 4 | | Моделирование технологического процесса в прикладном пакете имитационного моделирования Delfoi Robotics. | 6 |
| 5 | | Карта целевого состояния архитектуры верхнего уровня производства. | 4 |
| 6 | | Типовая модель на основе доменов: - Домены структуры цифрового двойника производства; - Домены физического производства(PMD); - Домен сбора данных и управления устройствами (DCDCD); - Домен представления цифрового двойника (DTRD); - Домен пользователя(UD). | 4 |
| 7 | | Функциональное представление типовой архитектуры: - Функциональная сущность в PME; - Функциональная сущность в DCCE; - Функциональная сущность в DTRE; - Функциональная сущность в DTUE; - Функциональный субъект в CSE. | 4 |
| 8 | | Сетевое представление типовой архитектуры цифрового двойника производства: - Сетевое представление типовой архитектуры; - Сеть передачи данных; - Сервисная сеть; - Пользовательская сеть. | 6 |
| 9 | | Алгоритмические основы предиктивной и предписательной аналитики в задачах индустриального проектирования. | 4 |
| 10 | | Раздел 4. Технологии сбора и обработки данных, а также методы математического моделирования и предиктивной аналитики гибкой производственной системы. | Интеллектуальный анализ и интерпретация больших данных. Проектирование и внедрение системы управления большими данными в интеллектуальном производстве. Источники промышленных больших данных. Методологические основы технического диагностирования. Методы организации повышения отказоустойчивости оборудования при основном соединении элементов. |
| 11 | Разработка способа выполнения операций и траекторий перемещения. Проверка ручных операций и эргономики. Программирование роботов и РТК в режиме off-line. Виртуальная пуско-наладка автоматизированных комплексов. | | 6 |
| 12 | Раздел 5. Автоматизация бизнес–планирования и оценки эффективности инновационного проекта цифрового производства в среде динамического моделирования. | | Динамические системы с параметрами. Бифуркационный анализ. Бифуркация в динамических системах. Типы бифуркаций в однопараметрических и многопараметрических динамических системах. |
| 13 | | Методы многокритериальной оптимизации - Построение Парето-оптимального множества; - Методы SMART, SMARTS, SMARTER; - Методы анализа иерархий; - Методы последовательных уступок; - Методы равноценных замен; - Методы целевого программирования. | 4 |
| 14 | | Количественная и качественная оценка уровня автоматизации. Рациональный уровень автоматизации технологического процесса. Экономически обоснованный уровень автоматизации. | 8 |
| Всего за 11 семестр | | | 68 |

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|-------|----------------------|-----------------------------|--------------|
|-------|----------------------|-----------------------------|--------------|

| | раздела дисциплины | | |
|----|--|---|---|
| 1 | Раздел 1. Концепция, определения, классификация и критерии цифровизации и автоматизации технологических процессов. | Этапы автоматизации промышленности. Основные понятия и определения курса. Задачи совершенствования технологии машиностроения в настоящее время. Количественная и качественная оценка уровня автоматизации. Рациональный уровень автоматизации технологического процесса. | 4 |
| 2 | | Общие характеристики производств и особенности их автоматизации. Массовое, серийное и мелкосерийное производство. Поточные методы организации производства. Непоточные методы организации производства. Общая структура гибких производственных систем. | 6 |
| 3 | Раздел 2. Основные положения и принципы по проектированию | Технологический процесс автоматизированного производства. Дифференциация и концентрация операций технологического процесса. Характеристика технологических процессов автоматизированного производства. Понятия дифференциации и концентрации технологического процесса. Их преимущества и недостатки. Факторы, определяющие степень концентрации технологического процесса. Традиционные методы проектирования. Основы современного подхода к проектированию. Современный подход к проектированию на различных стадиях работы над проектом. Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. | 6 |
| 4 | коллаборативных производственных систем технологического оборудования и их место в цифровом производстве. | Последовательное, параллельное и смешанное виды агрегатирования рабочих позиций автоматов и автоматических линий. Компонентные схемы автоматизированных производственных систем. Производительность многопозиционных машин с различными видами агрегатирования. Определение количества позиций, соответствующее максимальному значению производительности. Структурные схемы линий с последовательным, последовательно-параллельным агрегатированием. Варианты компоновки машин параллельного агрегатирования. Выявление способов повышения производительности и уменьшения издержек с помощью программ моделирования производственных процессов. | 6 |
| 5 | | Планирование и проверка технологического процесса. Оптимизация размещения оборудования. Подбор технологического оснащения. | 6 |
| 6 | | Области применения облачных технологий на предприятиях автоматизированного производства. CAD\CAM, 3-D моделирование с помощью САПР «Компас-3Д» при разработке технологического классификатора. | 4 |
| 7 | Раздел 3. Современные информационные технологии в проектировании производственных систем. | Типовая модель на основе доменов: - Домены структуры цифрового двойника производства; - Домены физического производства(PMD); - Домен сбора данных и управления устройствами (DCDCD); - Домен представления цифрового двойника (DTRD); - Домен пользователя(UD). | 4 |
| 8 | | Функциональное представление типовой архитектуры: - Функциональная сущность в PME; - Функциональная сущность в DCCE; - Функциональная сущность в DTRE; - Функциональная сущность в DTUE; - Функциональный субъект в CSE. | 4 |
| 9 | | Сетевое представление типовой архитектуры цифрового двойника производства: - Сетевое представление типовой архитектуры; - Сеть передачи данных; - Сервисная сеть; - Пользовательская сеть. | 4 |
| 10 | Раздел 4. Технологии сбора и обработки данных, а также методы математического моделирования и предиктивной аналитики гибкой | Технологии математического моделирования и цифровых теней. ЦД, облака и периферийные вычисления. Имитационное моделирование как методология построения ЦД. | 6 |
| 11 | | Методологические основы технического диагностирования. | 4 |
| 12 | | Характеристика математических моделей линейных непрерывных и дискретных систем. | 6 |

| | | | |
|----------------------------|---|---|-----------|
| | производственной системы. | | |
| 13 | Раздел 5. Автоматизация бизнес– | Методы организации поиска отказавших элементов при основном соединении элементов. Диагностическая аппаратура. | 4 |
| 14 | планирования и оценки эффективности инновационного проекта | Методика диагностики автоматизированных систем. Определение затрат мощности холостого хода в приводах движений с помощью программного обеспечения. | 4 |
| 15 | цифрового производства в среде динамического моделирования. | Количественная и качественная оценка уровня автоматизации. Рациональный уровень автоматизации технологического процесса. Экономически обоснованный уровень автоматизации. | 8 |
| Всего за 11 семестр | | | 76 |

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| СЕМЕСТР | НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------|------|------------|------------|------------|----|------------|------------|------------|----|------------|------------|------------|------------|------------|----|-----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 11 | ТекК | ТекК | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | ДР | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | ДР | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | Отч. по ПЗ | ДР | Отч. по ПЗ, диф. зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ТекК – вопросы для текущего контроля;
- Отч. по ПЗ – отчет по практическому заданию;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Сергеев. . Бизнес-планирование. Москва: Юрайт, 2022, эл. рес.
2. А. И. Кондаков. . САПР технологических процессов. М.: Академия, 2007, эл. рес.
3. А. Ю. Выжигин. . Гибкие производственные системы. Москва: Машиностроение, 2023, эл. рес.
4. В. С. Малкин. . Техническая диагностика. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
5. К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE). СПб.: Питер, 2004, эл. рес.
6. М. Ю. Рачков. . Технические средства автоматизации. Москва: Юрайт, 2023, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления;
2. Моделирование и анализ информационных систем;
3. Проблемы машиностроения и автоматизации.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://aerocosmtech.ru/> — Аэрокосмическая техника и технологии — Научный рецензируемый сетевой журнал;
2. <https://controlengrussia.com/> — Control Engineering Russia - Портал об электротехнике и автоматизации.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Практические занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационных и управляющих систем* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *БИ8 СРЕДСТВА ВКО И ПВО (АЛМАЗ АНТЕЙ)*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-8.5 способность применять новые технологии, включая нейронные сети, робототехнические средства различного назначения, для создания инновационных продуктов, а также использовать знания по организационно-техническим основам разработки и организации производства инновационной продукции для решения соответствующих задач.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с автоматизацией производственных процессов в машиностроении, разработкой и эксплуатацией систем автоматического управления, а также объединение их в сквозные цифровые системы, применением промышленных роботов и роботизированных технологических комплексов.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

| Наименование работы | Рекомендуемая литература | Трудоемкость, час. |
|--|---|--------------------|
| Раздел 1. Концепция, определения, классификация и критерии цифровизации и автоматизации технологических процессов. | | |
| Этапы автоматизации промышленности. Основные понятия и определения курса. Задачи совершенствования технологии машиностроения в настоящее время. Количественная и качественная оценка уровня автоматизации. Рациональный уровень автоматизации технологического процесса. | М. Ю. Рачков. . Технические средства автоматизации: Москва: Юрайт, 2023 (1, 2) | 4 |
| Общие характеристики производств и особенности их автоматизации. Массовое, серийное и мелкосерийное производство. Поточные методы организации производства. Непоточные методы организации производства. Общая структура гибких производственных систем. | | 6 |
| Итого по разделу 1 | | 10 |
| Раздел 2. Основные положения и принципы по проектированию коллаборативных производственных систем технологического оборудования и их место в цифровом производстве. | | |
| Технологический процесс автоматизированного производства. Дифференциация и концентрация операций технологического процесса. Характеристика технологических процессов автоматизированного производства. Понятия дифференциации и концентрации технологического процесса. Их преимущества и недостатки. Факторы, определяющие степень концентрации технологического процесса. Традиционные методы проектирования. Основы современного подхода к проектированию. Современный подход к проектированию на различных стадиях работы над проектом. Техническое задание. Техническое предложение. Эскизный проект. | А. Ю. Выжигин. . Гибкие производственные системы: Москва: Машиностроение, 2023 (2-4) | 6 |
| Последовательное, параллельное и смешанное виды агрегатирования рабочих позиций автоматов и автоматических линий. Компоновочные схемы автоматизированных производственных систем. Производительность многопозиционных машин с различными видами агрегатирования. Определение количества позиций, соответствующее максимальному значению производительности. Структурные схемы линий с последовательным, последовательно-параллельным агрегатированием. Варианты компоновки машин параллельного агрегатирования. Выявление способов повышения производительности и уменьшения издержек с помощью программ моделирования производственных процессов. | | 6 |
| Планирование и проверка технологического процесса. Оптимизация размещения оборудования. Подбор технологического оснащения. | | 6 |
| Итого по разделу 2 | | 18 |

| Раздел 3. Современные информационные технологии в проектировании производственных систем. | | |
|--|---|----|
| Области применения облачных технологий на предприятиях автоматизированного производства. CAD\CAM, 3-D моделирование с помощью САПР «Компас-3Д» при разработке технологического классификатора. | К. Ли. . Основы САПР (CAD/CAM/CAE): СПб.: Питер, 2004 (2) А. И. Кондаков. . САПР технологических процессов: М.: Академия, 2007 (3-7) | 4 |
| Типовая модель на основе доменов: - Домены структуры цифрового двойника производства; - Домены физического производства(PMD); - Домен сбора данных и управления устройствами (DCDCD); - Домен представления цифрового двойника (DTRD); - Домен пользователя(UD). | | 4 |
| Функциональное представление типовой архитектуры: - Функциональная сущность в PME; - Функциональная сущность в DCCE; - Функциональная сущность в DTRE; - Функциональная сущность в DTUE; - Функциональный субъект в CSE. | | 4 |
| Сетевое представление типовой архитектуры цифрового двойника производства: - Сетевое представление типовой архитектуры; - Сеть передачи данных; - Сервисная сеть; - Пользовательская сеть. | | 4 |
| Итого по разделу 3 | | 16 |
| Раздел 4. Технологии сбора и обработки данных, а также методы математического моделирования и предиктивной аналитики гибкой производственной системы. | | |
| Технологии математического моделирования и цифровых теней. ЦД, облака и периферийные вычисления. Имитационное моделирование как методология построения ЦД. | А. Ю. Выжигин. . Гибкие производственные системы: Москва: Машиностроение, 2023 (1) | 6 |
| Методологические основы технического диагностирования. | | 4 |
| Характеристика математических моделей линейных непрерывных и дискретных систем. | | 6 |
| Итого по разделу 4 | | 16 |
| Раздел 5. Автоматизация бизнес–планирования и оценки эффективности инновационного проекта цифрового производства в среде динамического моделирования. | | |
| Методы организации поиска отказавших элементов при основном соединении элементов. Диагностическая аппаратура. | А. А. Сергеев. . Бизнес-планирование: Москва: Юрайт, 2022 (1,2) В. С. Малкин. . Техническая диагностика: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1) | 4 |
| Методика диагностики автоматизированных систем. Определение затрат мощности холостого хода в приводах движений с помощью программного обеспечения. | | 4 |
| Количественная и качественная оценка уровня автоматизации. Рациональный уровень автоматизации технологического процесса. Экономически обоснованный уровень автоматизации. | | 8 |
| Итого по разделу 5 | | 16 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- вопросы для текущего контроля;
- отчет по практическому заданию;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Вопросы для текущего контроля

Вопросы для текущего контроля соответствуют тематике занятия.

При оценивании уровня знаний используется балльная система:

- 5 — «отлично»,
- 4 — «хорошо»,
- 3 — «удовлетворительно»,
- 2 — «неудовлетворительно».

Основой для определения уровня знаний обучающихся являются критерии оценивания - полнота знаний, умений и навыков, их обобщённость и системность.

Формы текущего контроля:

письменная проверка;
устная проверка.

Отчет по практическому заданию

Критерии оценки практического задания:

- «5» (отлично): выполнены все задания практической работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы;
- «4» (хорошо): выполнены все задания практической работы, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями;
- «3» (удовлетворительно): выполнены все задания практической работы с замечаниями, студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.
- «2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания практической работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Перечень оцениваемых практических работ:

1. Моделирование свойств компонентов и технологических схем процессов. Выбор компонентов и описание простейшей технологической схемы, выстраивание технологического процесса в ПО Delfoi Robotic.
2. Программное обеспечение для проектирования промышленных объектов. Работа с модулем OLP в ПО Delfoi Robotic промышленного объекта, моделирование технологической операции «Фрезерная обработка».
3. Программное обеспечение для проектирования промышленных объектов. Разработка нечёткой экспертной системы типа Мамдами, обеспечивающей поддержку принятия решений планирования производства.
4. Программное обеспечение для проектирования промышленных объектов. Создание целевых и текущих карт информационной и технологической системы производства.
5. Моделирование свойств компонентов и технологических схем процессов. Производство расчетов по технико-экономическим показателям потребного количества основного оборудования, сборочных стендов, транспортного оборудования, вспомогательного оборудования, рабочего состава и площадей механосборочного цеха, в том числе раздельно по каждому из его производственных и вспомогательных отделений (участков), для обеспечения заданной программы выпуска изделий.

Практические работы выполняются и оцениваются в специализированном компьютерном классе базовой организации - АО "Обуховский завод", оборудование которого позволяет проводить практические работы с использованием следующего программного обеспечения:

1. Microsoft: WorkStation + Office Pro Plus Office 365 ProPlus Enrollment Microsoft, США, лицензионное;
2. Программа «Защита образования» компании «Лаборатория Касперского» Лаборатория Касперского, Россия, лицензионное;
3. Arena Simulation Software, США, свободно распространяемое;
4. MatLab MathWorks, США, лицензионное;
5. gPROMS, лицензионное;
6. ModelBuilder, свободно распространяемое;
7. «Компас-3D» Viewer v. 19, Аскон, Россия, лицензионное;
8. SprutCAM, Россия, лицензионное;
9. WorkVisual, Германия, свободно распространяемое;
10. Visual Studio Code, США, свободно распространяемое.

Дифференцированный зачет

Промежуточная аттестация обучающихся в форме дифференцированного зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно». К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Примерные вопросы для дифференцированного зачета.

1. История автоматизации технологических процессов. Примеры автоматизации из различных эпох. Автоматы в допетровской Руси. Этапы автоматизации промышленности. Современное состояние автоматизации сборки.
2. Дайте определение понятию «Машина». Три основных класса машин. Назовите механизмы, из которых состоит рабочая машина. Поясните понятия «автомат», «полуавтомат». Конструктивный признак автомата. Автоматическая линия. Автоматизированный цех.
3. Рабочий цикл. Составляющие рабочего цикла. Циклограмма работы механизма. Кинематический цикл механизма. Технологический цикл.
4. Рациональный уровень автоматизации технологического процесса. Противоречия, свойственные процессу автоматизации. Количественная оценка уровня автоматизации. Три уровня автоматизации производства. Приближённая оценка уровня автоматизации при проектировании производства. Качественные критерии выбора уровня автоматизации технологических процессов.
5. Виды агрегатирования и их особенности. Зависимость производительности машин последовательного (параллельного, смешанного) агрегатирования от числа позиций. Определение оптимального количества позиций при различных видах агрегатирования.
6. Концентрация и дифференциация технологических операций. Последовательное, параллельное, смешанное агрегатирование. Примеры оборудования, используемого в каждом случае.
7. Транспортно-технологическое оборудование. Загрузочные устройства (бункерные, магазинные, кассетные), виды движения деталей, обеспечиваемые загрузочными устройствами. Элементы загрузочных устройств.
8. Автоматические линии, их схемы. Вид связей, траектория движения линий, скорость движения конвейера. Накопители заделов и их функциональное назначение. Варианты компоновки автоматических линий с заделами-накопителями. Требования к количеству, месту установки накопителей и их ёмкости. Определение максимально допустимого разового простоя агрегата.
9. Техническая диагностика автоматизированных систем.
10. Цифровое моделирование процессов автоматизированных производственных систем.
11. Способы создания цифровой модели технологических процессов автоматизированного предприятия.
12. Виды математических моделей технологического процесса автоматизированного предприятия.
13. Особенности сквозного цифрового объединения автоматизированного оборудования.
14. Объединение сегментов автоматизированного технологического процесса с помощью облачной технологии.
15. Оптимизация производственной системы с применением современных программных средств.
16. Основы проектирования цифровых производств: решение задач группирования изделий с использованием самоорганизующихся карт Кохонена.
17. Основы проектирования цифровых производств: оптимизация проектных технологических

процессов с использованием нейронных сетей и логико-генетические методы оптимизации проектных технологических процессов.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| | | | | ВСЕГО | Практические занятия | | ПСК-8.5 | |
| 6 | 11 | Раздел 1. Концепция, определения, классификация и критерии цифровизации и автоматизации технологических процессов. | 14 | 4 | 4 | 10 | 10 | Вопросы для текущего контроля |
| 6 | 11 | Раздел 2. Основные положения и принципы по проектированию коллаборативных производственных систем технологического оборудования и их место в цифровом производстве. | 32 | 14 | 14 | 18 | 25 | Отчет по практическому заданию |
| 6 | 11 | Раздел 3. Современные информационные технологии в проектировании производственных систем. | 34 | 18 | 18 | 16 | 25 | Отчет по практическому заданию |
| 6 | 11 | Раздел 4. Технологии сбора и обработки данных, а также методы математического моделирования и предиктивной аналитики гибкой производственной системы. | 32 | 16 | 16 | 16 | 20 | Отчет по практическому заданию |
| 6 | 11 | Раздел 5. Автоматизация бизнес–планирования и оценки эффективности инновационного проекта цифрового производства в среде динамического моделирования. | 32 | 16 | 16 | 16 | 20 | Отчет по практическому заданию |
| Всего за 11 семестр | | | 144 | 68 | 68 | 76 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 144 | 68 | 68 | 76 | 100 | |

Критерии оценивания

ПСК-8.5

- Вопросы открытого типа:*
- № 1 Как называется самостоятельно действующее устройство или совокупность устройств, выполняющее по заданной программе без непосредственного участия человека процессы получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов и информации.
- № 2 Какой процесс называется автоматизированным?
- № 3 Как называется устройство, для возобновления рабочего цикла которого требуется вмешательство человека.
- № 4 Конструктивное сборное устройство, выполняющее одну или несколько функций, смонтированное в одном корпусе.
- № 5 Унифицированный узел, выполняющий одну элементарную операцию и входящий в состав блока или прибора.
- № 6 Устройства для преобразования управляющей информации в механическое перемещение регулирующего органа и развивающее мощность, достаточную для потребителя.
- № 7 Приведите пример частичной автоматизации производства.
- № 8 Дайте характеристику полной автоматизации производства?
- № 9 Как называется важнейший параметр системы, который определяется как вероятность того, что элемент, устройство или система в данный момент времени работает правильно?
- № 10 Свойство программного обеспечения своевременно выполнять в заранее указанных условиях эксплуатации установленные функции.
- Вопросы закрытого типа:*
- № 1 Промышленные роботы, которые могут самостоятельно в большей или меньшей степени ориентироваться в нестрого определенной обстановке, приспосабливаясь к ней, называются:
- а) интеллектными;
 - б) адаптивными;
 - в) программными;
 - г) цикловыми.
- № 2 Движения, обеспечиваемые первыми тремя звеньями манипулятора или его «рукой», величина которых сопоставима с размерами механизма, называются:
- а) региональными;
 - б) глобальными;
 - в) локальными;
 - г) местными.
- № 3 Зоной обслуживания манипулятора называется:
- а) подвижность манипулятора при зафиксированном (неподвижном) схвате;
 - б) число независимых обобщенных координат, однозначно определяющее положение схвата в пространстве;
 - в) часть пространства, ограниченная поверхностями, огибающими к множеству возможных положений его звеньев;
 - г) часть пространства, соответствующая множеству возможных положений центра схвата манипулятора.
- № 4 Промышленные роботы с абсолютной линейной погрешностью позиционирования центра схвата в диапазоне $0,2 \text{ мм} < \text{DrM} < 1 \text{ мм}$ относятся к группе:

- а) особовысокоточных;
- б) высокой точности;
- в) средней точности;
- г) малой точности.
- № 5 Разомкнутый привод перемещения промышленного робота со ступенчатым регулированием скорости используется при:
- а) высоких требованиях к точности позиционирования;
- б) средних требованиях к точности позиционирования;
- в) низких требованиях к точности позиционирования;
- г) использовании подвесных систем перемещения.
- № 6 Для приведения в действие схватов чаще всего используются:
- а) гидроприводы;
- б) пневмоприводы;
- в) электроприводы;
- г) комбинированные приводы.
- № 7 Для промышленных роботов с пневматическим приводом в основном используются системы управления:
- а) цикловые;
- б) позиционные;
- в) контурные;
- г) комбинированные.
- № 8 К датчикам восприятия внешней среды промышленного робота относятся:
- а) датчики прикосновения, проскальзывания, ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния;
- б) силомоментные датчики, датчики обеспечения перемещений исполнительных органов робота;
- в) ультразвуковые и светолокационные датчики расстояния, температурные датчики, датчики уровня;
- г) датчики скорости и положения исполнительных органов робота.
- № 9 К основным промышленным роботам относятся:
- а) транспортные, сварочные;
- б) сварочные, сборочные, окрасочные, механообрабатывающие;
- в) механообрабатывающие, транспортные;
- г) транспортные, палетирующие, комбинированные.
- № 10 В РТК роботы могут использоваться для:
- а) доставки и установки-снятия заготовок;
- б) смены инструмента, установки-снятия заготовок;
- в) доставки и установки-снятия заготовок, смены инструмента;
- г) установки-снятия заготовок и удаления стружки.

