

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

**СОГЛАСОВАНО**  
ДИРЕКТОР ИЗО  
Слесивцева С.Е.  
« 28 » апреля 2022г.

**УТВЕРЖДАЮ**  
Директор института  
С.С.Латышев  
« 28 » апреля 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**Проектирование автоматизированного оборудования  
технологических комплексов**

Специальность:

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Специализация:

Проектирование технологических комплексов  
механосборочных производств

Квалификация

инженер

Форма обучения

Очная

**Институт:** Технологического оборудования и машиностроения

**Выпускающая кафедра:** Технологии машиностроения

Белгород – 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

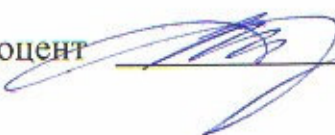
▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», утвержденное приказом Минобрнауки РФ от 09 августа 2021 г. № 732

▪ плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2022 году.

Составитель: д.т.н., профессор  (М.С.Чепчуров)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

«22» апреля 2022 г. прот. № 9

Заведующий кафедрой: д-р. техн. наук, доцент  (Т.А. Дююн)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«28» апреля 2022 г. прот. № 8

Председатель  (Горшков П.С.)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2.Способен разрабатывать проекты автоматизации технологических процессов механосборочного производства, внедрения средств автоматизации (роботизации) и механизации технологических операций механосборочных производств	ПК-2.5. Разрабатывает проекты, конструкций автоматизированного (роботизированного) оборудования технологических комплексов	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и определения в области автоматизации сборочных процессов;</li> <li>- методические, нормативные и руководящие материалы, относящиеся к автоматизации сборочных производств;</li> <li>- принципы работы, технические характеристики, конструктивные и технологические особенности технических средств автоматизации сборочных производств;</li> <li>- основные цели, задачи и перспективы автоматизации сборочных процессов различных производств;</li> <li>- методы системного решения задач автоматизации;</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять работы по проектированию, информационному обслуживанию, техническому контролю в автоматизированном производстве;</li> <li>- выбирать эффективные средства изготовления деталей с рациональным уровнем автоматизации;</li> <li>- выбирать оптимальные варианты вспомогательных средств автоматизации (транспорта, накопителей, загрузочных устройств);</li> <li>- выявлять размерные,</li> </ul>

			<p>временные и информационные связи в автоматизированном технологическом процессе с целью повышения эффективности производства;</p> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами разработки оптимальных автоматизированных и автоматических производственных процессов;</li> <li>– навыками использования автоматизированных программных средств расчёта. Проектирования и моделирования автоматизированного сборочного оборудования;</li> <li>- методами проведения комплексного техноэкономического анализа обоснованного принятия решений в автоматизированном производстве;</li> <li>- методами сокращения производственного цикла изделия, содействия подготовке процесса их реализации с обеспечением необходимых технических данных в автоматизированном машиностроительном производстве.</li> </ul>
--	--	--	--

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПК-2.** Способен разрабатывать проекты автоматизации технологических процессов механосборочного производства, внедрения средств автоматизации (роботизации) и механизации технологических операций механосборочных производств. Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Технологические комплексы автоматизированных производств
2	Роботы и робототехнические комплексы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 11	Семестр № 12
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	108	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	22	10	12
лекции	8	4	4
лабораторные			
практические	12	6	6
консультации	2		2
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	230	98	90
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задания			
Индивидуальное домашнее задание			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	194	98	96
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	зачёт	Экзамен 36

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 6 Семестр 11

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Основы автоматизации машиностроительных производств				
	Технико-экономические и социальные предпосылки автоматизации производства. Основные направления автоматизации производства. Виды, категории и уровни автоматизации. Расчетные показатели состояния автоматизации производства. Гибкий производственный модуль (ГПМ); робототехнологический комплекс (РТК); гибкая автоматизированная линия (ГАЛ); гибкий	0,5	0,8		14

	автоматизированный участок (ГАУ); гибкий автоматизированный цех (ГАЦ).				
2.	Манипулирование объектами обработки и сборки при автоматизации основных и вспомогательных операций				
	Экономическая целесообразность автоматизации входа и выхода технологических машин, комплексов и линий. Критерии технологичности заготовок деталей применительно к автоматическому манипулированию. Основные типы систем автоматического манипулирования изделиями	0,5	0,8		14
3.	Датчики и приводы автоматизированного оборудования				
	Типы датчиков: датчики положения, перемещения, размеров, скорости, силы и крутящего момента. Промежуточные элементы систем автоматики: усилители, реле счета импульсов (РСИ), стабилизаторы, вспомогательные устройства. Исполнительные устройства систем автоматики: электромагнитные, электрические, гидравлические, пневматические, пневмогидравлические. Сервоприводы.	0,5	0,8		14
4. Автоматизация механической обработки в машиностроении					
	Принципы: завершенности; малооперационной технологии; малолюдной технологии; «безотладочной» технологии; активно-управляемой технологии; оптимальности; компьютерной технологии; информационной обеспеченности; интеграции; безбумажной документации; типовой и групповой технологии. Методы расчета и оценки производительности автоматизированных систем. Виды (категории) производительности: технологическая, цикловая, техническая и фактическая. Показатели оценки надежности. Методы повышения надежности автоматизированных систем. Управление точностью начальной установки детали; управление статической и динамической настройками технологической системы; управление шероховатостью поверхности и состоянием поверхностного слоя детали; управление температурными деформациями технологической системы; управление режимами обработки; адаптивные системы оптимального управления.	0,5	0,8		14
5	Автоматизация сборочных операций и построение автоматизированных производств				
	Выявление технической возможности автоматической сборки деталей. Расчет режимов сборочных процессов. Выбор оптимальной структуры сборочной операции и рациональной компоновки автоматической сборочной системы. Универсальные автоматические и адаптивные сборочные системы. Установочные, операционные, межоперационные размерные связи. Структурные схемы автоматической размерной настройки.	0,5	0,8		14

	<p>Размерные связи в гибких производственных системах. Способы установки заготовок на спутнике, обеспечивающие требуемую точность размеров детали. Цели и задачи построения временных связей автоматизированного производственного процесса. Циклограмма работы ГПМ. Виды взаимодействия процессов во времени. Временная диаграмма работы автоматизированного участка. Имитационная модель производственного процесса в ГПС. Потoki информации в автоматическом производственном процессе. Основные требования к информации. Использование ЭВМ для информационного обеспечения. Информационная база интегрированной автоматизированной системы управления ГПС. Структурная схема информационного обеспечения ГАЦ.</p>				
6. Вспомогательные системы в автоматизированном производстве					
	<p>Задачи автоматического контроля. Активный контроль, пассивный контроль. Блок-схема контрольного автомата. Системы контроля, расположенные на станке. Системы контроля, устанавливаемые вне станка. Автоматизация грузовых потоков механосборочного цеха. Виды автоматических линий (АЛ): жесткие (синхронные), гибкие (несинхронные); спутниковые АЛ, беспутниковые АЛ; АЛ с несквозным перемещением заготовок, АЛ с разветвляющимися потоками; АЛ периодического и непрерывного действия; линейные, прямоугольные, кольцевые, зигзагообразные АЛ; АЛ с продольным, поперечным и угловым расположением станков; однопредметные и многопредметные АЛ; переналаживаемые и непереналаживаемые АЛ; АЛ из универсальных, агрегатных, специализированных и специальных станков; роторные автоматические линии.</p>	0,5	1		14
7	Программирование автоматизированного оборудования				
	<p>Алгоритмы работы автоматизированного оборудования. Документирование алгоритмов управления оборудованием. Программируемые логические контроллеры (ПЛК) для управления автоматизированным оборудованием: устройство и состав ПЛК, распределение памяти ПЛК, входы и выходы ПЛК. Языки программирования ПЛК. Использование панелей оператора с ПЛК. Языки <i>LD</i> и <i>FBD</i> и их использование при программировании ПЛК.</p>	1	1		14
	Итого	4	6		98

## Курс 6 Семестр 12

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
<b>1. Автоматизация подачи исходных материалов и длинномерных заготовок</b>					
	Подача и дозирование сыпучих материалов. Подача и дозирование технологических жидкостей. Подача длинномерных заготовок: Подача проволоки, полосы и ленты; подача сортового проката	0,5	0,8		14
<b>2. Магазинные устройства автоматической подачи штучных заготовок</b>					
	Самотечные магазинные загрузочные устройства. Полусамотечные магазинные загрузочные устройства. Магазинные загрузочные устройства с принудительным перемещением заготовок. Отсекатели и питатели магазинных автоматических загрузочных устройств.	0,5	0,8		14
<b>3. Бункерные устройства автоматической подачи штучных заготовок</b>					
	Бункерные загрузочные устройства с вращающимся захватным органом. Вибрационные бункерные загрузочные устройства. Бункерные загрузочные устройства с возвратно- поступательным захватным органом. Расчет емкости бункерного загрузочного устройства. Расчет производительности бункерного загрузочного устройства.	0,5	0,8		14
<b>4. Системы автоматической ориентации деталей</b>					
	Критерии технологичности деталей применительно к автоматической ориентации. Бездатчиковые системы пассивной ориентации деталей. Бездатчиковые системы активной ориентации деталей. Системы активной ориентации с датчиками.	0,5	0,8		14
<b>5. Системы автоматического касетирования деталей</b>					
	Системы с последовательной укладкой деталей в гнезда. Системы с параллельной укладкой деталей в гнезда кассеты. Системы с непрерывной подачей деталей. Расчет производительности систем касетирования.	0,5	0,8		14
<b>6. Загрузка – разгрузка технологических машин с помощью автоматических манипуляторов и промышленных роботов</b>					
	Системы обслуживания основного оборудования в заготовительном производстве. Типовые схемы	0,5	1		12



	обслуживания металлорежущих станков. Автоматизация закрепления и открепления деталей на станке. Схемы обслуживания основного оборудования в других производствах. Сварочные робототехнологические комплексы. Эксклюзивные захватные устройства загрузочных манипуляторов и промышленных роботов. Универсальные, селективные, бесконтактные схваты. Средства очувствления загрузочных роботов				
7.	Транспортные системы				
	Операционные транспортеры. Межоперационные транспортеры. Цеховые и межцеховые конвейеры. Системы для уборки стружки.	1	1		12
	Итого	4	6		96
	ВСЕГО	8	12		194

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 11				
1	Автоматизация механической обработки в машиностроении	Изучение резьбонарезного автомата	1	4
2		Изучение вибробункерного загрузочного устройства резьбонарезного автомата	1	4
3		Изучение системы подачи инструмента станка ЛФ260	2	4
4	Программирование автоматизированного оборудования	Программирование логического контроллера	2	6
ИТОГО:			6	18

семестр №12				
1.	Автоматизация подачи исходных материалов и длинномерных заготовок	Построение циклограмм работы автоматического оборудования Расчёт основных характеристик автоматического оборудования.	0,5	2
		Расчёт и эскизное проектирование устройства подачи ленты	0,5	2
2.	Манипулирование объектами обработки и сборки при автоматизации основных и вспомогательных операций	Расчёт экономической целесообразности автоматизации входа и выхода технологических машин, комплексов и линий.	0,5	4
3.	Магазинные устройства автоматической	Расчёт самотечных транспортных лотков. Расчёт загрузочных устройств с принудительным перемещением	0,5	4

	подачи штучных заготовок	заготовок.		
4.	Бункерные устройства автоматической подачи штучных заготовок	Расчёт вибрационного бункерного устройства. Расчёт мощности электромагнитного возбуждителя колебаний вибрационного БЗУ	0,5	4
5.	Системы автоматической ориентации деталей	Расчет и эскизное проектирование бездатчикового ориентирующего устройства. Расчёт бесконтактного ориентирующего устройства на ПЗС матрице.	0,5	4
6.	Системы автоматического касетирования деталей	Расчёт и эскизное проектирование устройства касетирования мелкоразмерных деталей	1	4
7.	Загрузка – разгрузка технологических машин с помощью автоматических манипуляторов и промышленных роботов	Построение циклограммы работы станочного манипулятора. Проектирование траектории для робота <i>KUKA</i> . Расчёт устройств автоматического крепления деталей на станке.	1	6
8.	Транспортные системы.	Расчёт селективного схвата. Расчёт межоперационного транспортёра. Расчёт шнекового транспортера уборки стружки.	1	4
ИТОГО:			6	34
ВСЕГО:			12	52

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

#### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция** ПК-2.Способен разрабатывать проекты автоматизации технологических процессов механосборочного производства, внедрения средств автоматизации (роботизации) и механизации технологических операций механосборочных производств

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.5. Разрабатывает проекты, конструкций автоматизированного (роботизированного) оборудования технологических комплексов	экзамен, зачет, защита ИДЗ, собеседование

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

#### *Зачёт 11 семестр*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основы автоматизации машиностроительных производств	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем отличаются поточно-механизированные линии от автоматических</li> <li>2. Каким критерием можно определить целесообразность обработки детали на поточно-механизированной или автоматической линии</li> <li>3. Перечислите способы увеличения производительности автоматических линий</li> <li>4. Приведите расчетную формулу определения ритма автоматической линии и проанализируйте ее. Физический смысл ритма линии</li> <li>5. Перечислите четыре категории сложности автоматизации</li> <li>6. Перечислите семь признаков, характеризующих пригодность детали и автоматизации.</li> <li>7. Автоматизация и механизация сборочных процессов. Перспективы развития</li> </ol>
2	Манипулирование объектами обработки и сборки при автоматизации основных и вспомогательных операций	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Критерии автоматизации входа-выхода технологических машин.</li> <li>9. Как рассчитывают экономическую эффективность внедрения АЗУ?</li> <li>10. Критерии оценки технологичности заготовок к автоматическому манипулированию.</li> <li>11. Основные типы систем автоматического манипулирования и их классификационные признаки.</li> <li>12. Типы и виды манипулирования заготовками и изделиями.</li> </ol>
3	Датчики и приводы автоматизированного оборудования	<ol style="list-style-type: none"> <li>13. Какие виды и типы датчиков используются в автоматизированном оборудовании?</li> <li>14. Какие датчики используются в системах защиты и блокировки, в чём их особенности?</li> <li>15. Как реализуются в автоматизированном оборудовании системы технического зрения?</li> <li>16. Как измеряются перемещения рабочих органов оборудования?</li> </ol>

		<p>17. В чём особенности использования пневмоприводов в автоматизированном оборудовании?</p> <p>18. В чём особенности использования гидравлических приводов в автоматизированном оборудовании?</p> <p>19. Устройство и использование асинхронных не регулируемых и регулируемых приводов.</p> <p>20. Как устроен сервопривод? В чём преимущество сервоприводов?</p> <p>21. Как устроен планетарно-цевочный редуктор? Как он используется в автоматизированном оборудовании?</p> <p>22. Устройство линейных приводов перемещения рабочих органов и вспомогательных механизмов.</p>
4	Автоматизация механической обработки в машиностроении	<p>23. Основные схемы компоновки автоматических линий, состоящих из агрегатных силовых головок.</p> <p>24. Приведите формулу определения коэффициента надежности. Проанализируйте ее.</p> <p>25. Перечислите способы увеличения надежности автоматических линий.</p> <p>26. Основные типы автоматического оборудования, применяемые в массовом производстве</p> <p>27. 12. Как автоматизируются операции получения изделий механической обработкой?</p> <p>28. 13. Как проектируется операция программной обработки? Что такое расчетно-технологическая карта?</p>
5	Автоматизация сборочных операций и построение автоматизированных производств	<p>29. Перечислите основные узлы однопозиционного сборочного автомата</p> <p>30. Компоновка однопозиционного сборочного автомата.</p> <p>31. Сущность, значение автоматизации загрузки деталей в комплексе задач по автоматизации производства.</p> <p>32. Прямоточные и поточные автоматические линии сборки</p> <p>33. Компоновка технологического оборудования (прямолинейное, круговое, последовательное, параллельное, последовательно-параллельное) для выполнения сборки изделия</p> <p>34. Этапы проектирования и подготовки к производству нового изделия в машиностроении.</p> <p>35. Критерии оценки изделия для автоматической сборки.</p> <p>36. Расчёт автоматического резьбового скрепления деталей.</p>

6	Вспомогательные системы в автоматизированном производстве	<p>37. Как выполняется сортировка изделий в автоматических и автоматизированных линиях?</p> <p>38. Как рассчитывается вероятность отказа в обслуживании автоматом?</p> <p>39. Критерии автоматического контроля в автоматизированном производстве.</p> <p>40. Как используются приспособления-спутники в автоматизированном производстве?</p> <p>41. Системы обеспечения расходными вспомогательными материалами и инструментами в автоматизированном производстве.</p>
7	Программирование автоматизированного оборудования	<p>42. Как документируются алгоритмы работы автоматизированного оборудования?</p> <p>43. Как устроен программируемый логический контроллер?</p> <p>44. Какие виды входов-выходов используются в ПЛК?</p> <p>45. Как распределяется память в ПЛК? Какие типы памяти используются в ПЛК?</p> <p>46. Что такое панель оператора для ПЛК? Как программируется <i>НМТ</i>?</p> <p>47. Какие языки используются для программирования ПЛК? В чём их особенности?</p> <p>48. Где хранится и как загружается программа управления оборудованием в ПЛК?</p>

### Экзамен 12 семестр

8	Автоматизация подачи исходных материалов и длинномерных заготовок	<p>1. В чём особенность автоматизированной подачи порошков и гранулированных смесей? Как учитывается дисперсность частиц смесей?</p> <p>2. Роторные системы подачи порошков и смесей. Дозирование материалов.</p> <p>3. Как подбираются и рассчитываются насосы для подачи жидкостей? Подача вязких материалов.</p> <p>4. Устройства подачи проволоки и ленты. Расчет шагового устройства подачи ленты.</p> <p>5. Расчет роликовых механизмов подачи проволоки или ленты.</p> <p>6. Системы подачи листового материала, расчёт вакуумных захватов.</p> <p>7. Расчёт систем подачи сортового проката.</p>
9	Магазинные устройства автоматической подачи штучных заготовок	<p>8. Устройство и расчёт штабельного магазинного загрузочного устройства.</p> <p>9. Лотки и их виды в магазинных загрузочных</p>

		<p>устройствах. Расчёт лотков.</p> <p>10. Схемы магазинных питателей.</p> <p>11. Особенности магазинных загрузочных устройств с принудительным перемещением заготовок.</p> <p>12. Типы и виды отсекателей магазинных загрузочных устройств.</p> <p>13. Расчёт отсекателей загрузочного устройства.</p>
10	Бункерные устройства автоматической подачи штучных заготовок	<p>14. Область применения бункерных загрузочных устройств и их отличие от магазинных загрузочных устройств.</p> <p>15. Захватно-ориентирующие механизмы бункерных загрузочных устройств.</p> <p>16. Бункерные загрузочные устройства с вращающимся захватным органом.</p> <p>17. Бункерные загрузочные устройства с возвратно-поступательным захватным органом.</p> <p>18. Вибрационные бункерные загрузочные устройства.</p> <p>19. Методика расчёта вибробункера.</p>
11	Системы автоматической ориентации деталей	<p>20. Методы ориентации дискретных деталей</p> <p>21. Основные критерии эффективности активной и пассивной системы ориентирования.</p> <p>22. Что такое вероятность отказа от ориентирования. Приведите расчетную формулу и проанализируйте ее.</p> <p>23. Критерии технологичности деталей применительно к автоматической ориентации.</p> <p>24. В чём особенности бездвигательных систем пассивной ориентации деталей. Расчёт устройств пассивной ориентации.</p> <p>25. Устройство систем активной ориентации деталей.</p>
12	Системы автоматического касетирования деталей	<p>26. Назначение систем касетирования деталей. Виды кассет.</p> <p>27. Ориентация деталей в кассетах. Расчёт усилий удержания деталей в кассетах.</p> <p>28. Особенности систем непрерывной кассетной подачи деталей.</p> <p>29. Расчет производительности систем касетирования.</p>
13	Загрузка – разгрузка технологических машин с помощью автоматических манипуляторов и промышленных роботов	<p>30. Основные узлы промышленного робота.</p> <p>31. Области применения ПР</p> <p>32. Перспективы развития автоматизации производственных процессов в машиностроении.</p> <p>33. Приведите схемы обслуживания основного оборудования в заготовительном производстве.</p> <p>34. Типовые схемы обслуживания металлорежущих станков.</p> <p>35. Построение циклограмм работы</p>

		<p>манипуляторов и промышленных роботов.</p> <p>36. Автоматизация закрепления и раскрепления деталей на станке, особенности автоматизированных станочных приспособлений.</p> <p>37. Сварочные и сборочные промышленные роботы, их особенности.</p> <p>38. Программирование траектории промышленного робота.</p> <p>39. Особенности расчёта схватов промышленных роботов.</p>
14	Транспортные системы.	<p>40. Особенности построения операционных транспортеров.</p> <p>41. Особенности приводов транспортеров заготовок или изделий. Расчёт привода шагового транспортера.</p> <p>42. Расчёт магнитных транспортеров для перемещения стрежневых деталей.</p> <p>43. Расчёт вибротранспортеров деталей.</p> <p>44. Расчёт тактового транспортера.</p> <p>45. Расчёт подвешенного цепного конвейера.</p>

### Типовые задачи к экзамену

#### Задача 1

Составить программу на языке *FBD* для реализации  $Y=A\Lambda(BVC)\overline{\Lambda D\Lambda E}$

#### Задача 2

Определить время рабочего цикла 6-ти позиционного роторного автомата. При условии, что время обработки на одной позиции составляет 3,2 мин., а время холостых ходов – 1,6 мин.

#### Задача 3

Определить технологическую, цикловую, техническую и фактическую производительность 6-ти позиционного автомата с параллельной обработкой. При условии, что время обработки на одной позиции составляет 2.4 мин, время холостого хода – 0.9 мин, время на установку и снятие детали 0,8 мин, время собственных и внецикловых потерь составляет соответственно 5% и 10% от времени рабочего цикла.

#### Задача 4

Восьмипозиционная ( $N= 8$ ) карусельная установка приводимая мальтийским механизмом, у которого время индексации  $t_x= 3$  с, а время выстоя  $t_p= 5$  с. На каждой позиции происходит один сбой на каждые 100 циклов. Сбой на одной или нескольких позициях вызовет перебой в работе тактовой установки, что потребует вмешательства оператора для наладки и повторного запуска. На это требуется приблизительно 10 мин.

а) Какова цикловая производительность линии при полном отсутствии сбоев? Каково суммарное время технологического воздействия на заготовку?

б) Какова техническая производительность линии, если сбои сборочных устройств имеют место? Какую долю составляет время простоев? Каково суммарное время технологического воздействия на заготовку?

### **Задача 5**

Рассчитать геометрические характеристики бункера с ножевым захватом для подачи заготовок в виде валиков диаметром, мм –  $10h_{12}$ , длиной, мм –  $120h_{12}$

#### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом

#### **5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

**Контрольные работы.** В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение 4-х контрольных работ. Контрольные работы проводятся после освоения студентами учебных разделов дисциплины: 1-я (3-я) контрольная работа – 6 неделя семестра, 2-я (4-я) контрольная работа – 12 неделя семестра. Контрольные работы выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Продолжительность контрольной работы 30 минут.

##### *Типовые задания для контрольной работы №1*

Выбрать тип и определить характеристики производительности конвейера, выбрать тип и определить производительность подъёмника в соответствии с вариантом из табл.1.

##### *Типовые задания для контрольной работы №2*

Определить характеристики производительности накопителя в соответствии с вариантом из табл.1.

##### *Типовые задания для контрольной работы №3*

Выбрать тип и определить характеристики производительности системы сбора и транспортировки стружки в соответствии с вариантом из табл.1.

##### *Типовые задания для контрольной работы №4*

Разработать программу на языке *FDB* для управления процесса крепления крышки редуктора диаметром 100 мм, четырьмя винтами М6.

Таблица 1

### **Варианты заданий**



Наименование параметра		Вариант задания									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Материал детали	Сталь	Сталь	Сталь	Чугун	Чугун	Чугун	Сталь	Сталь	Чугун	Чугун
	Масса заготовки $m_{зг}$ , кг	0,10	1,38	0,31	0,31	5,18	1,03	0,22	0,08	0,13	8,15
	Масса детали $m_{дет}$ , кг	0,05	1,05	0,19	0,19	4,16	0,77	0,13	0,03	0,06	6,94
I	Цикловая производительность технологического оборудования $П_c$ , шт./мин	5	10	15	20	25	30	2,5	1,5	1,0	0,5
	Габаритные размеры детали, мм	10×20× <b>30</b>	∅75×30	∅25× <b>50</b>	20×30× <b>40</b>	∅150× <b>30</b>	∅50×50	20×20× <b>40</b>	∅10×50	10×20× <b>40</b>	∅150× <b>50</b>
II	Период времени непрерывной работы загрузочного устройства при одной заправке бункера $T$ , мин	20	30	40	50	60	80	30	60	90	120
	Частота вращения механизма $n_{cp}$ , об/мин	—	—	60	—	—	40	—	80	—	20
	Коэффициент объемного заполнения $q$	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,6
	Тип выдачи заготовок	Поштучная	Порционная	Непрерывная	Поштучная	Непрерывная	Порционная	Поштучная	Непрерывная	Порционная	Порционная
	Коэффициент захвата $K$	0,15	0,20	0,35	0,1	0,30	0,25	0,2	0,25	0,10	0,15
	Число захватывающих элементов $z$	15	20	—	10	—	25	20	—	10	15
	Число циклов в минуту $n$	15	20	—	10	—	25	20	—	10	15
	Число заготовок, которые могут быть захвачены одним элементом, $m$	—	2	—	—	—	3	—	—	4	5
	Величины $d$ , $d_{cp}$ , $L$	50	100	150	200	250	300	75	125	175	225
	Вид стружки	Элементная	Спиральная	Сливная	Мелкая	Мелкая	Мелкая	Спиральная	Сливная	Мелкая	Мелкая
III	Площадь поперечного сечения желоба, по которому перемещается стружка $F$ , м <sup>2</sup>	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55
	Скорость движения ленты $v_b$ , м/мин / Шаг винтов $P_b$ , м / Ход штанги $L_c$ , м	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25
	Частота вращения винтов $n_b$ , об/мин / Число двойных ходов в минуту $n_c$ , дв. ходов/мин	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5
	Количество станков в линии $C$ , шт.	10	20	30	15	25	35	10	20	30	40

Примечание. В габаритных размерах **полужирным** начертанием выделен размер в направлении движения

### Критерии оценивания контрольной работы:

Оценка	Критерии оценивания
5	Задание выполнено в полном объеме, полученные результаты полностью соответствуют правильным решениям. Студент правильно использовал методику решения задачи, самостоятельно сформулировал полные, обоснованные и аргументированные выводы.
4	Задание выполнено, полученные ответы соответствуют правильным решениям. Студент использовал общую методику решения задачи, сформулировал достаточные выводы.
3	Задание выполнено, полученные ответы соответствуют правильным решениям. Студент использовал общую методику решения задачи, сформулировал отдельные выводы.
2	Задание выполнено, полученные ответы не соответствуют правильным решениям. Студент допустил существенные ошибки при использовании общей методики решения задачи.

### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Умения	Умение проектировать технологический процесс
	Умение выполнять технологические расчёты
	Умение подобрать режущий инструмент и приспособления
	Умение составить программу в коде ISO 7-bit
Навыки	Навык формулирования задачи обработки
	Навык построения схем обработки
	Навык управления станком с помощью стойки
	Навык отладки программ в эмуляторе и стойке станка

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные конструкции основного оборудования автоматических комплексов	Знает основные конструкции основного оборудования автоматических комплексов
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает ответы на вопросы, но не все - полные
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	зачтено
Умение проектировать технологический процесс	Не умеет спроектировать и разработать простой процесс автоматической сборки с использованием типового оборудования	Умеет спроектировать и разработать простой процесс автоматической сборки с использованием типового оборудования
Умение выполнять технологические расчёты	Не умеет выполнять типовые расчёты в автоматическом оборудовании	Умеет выполнять типовые расчёты в автоматическом оборудовании
Умение подобрать инструмент и приспособления	Не умеет подобрать нормализованные элементы автоматических комплексов	Умеет подобрать нормализованные элементы автоматических комплексов
Умение	Не умеет составить простую	Умеет составить простую

составить программу для ПЛК	программу ПЛК	программу ПЛК
-----------------------------	---------------	---------------

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	зачтено
Навык формулирования задачи автоматической сборки	Не может построить схему получения изделия в автоматическом оборудовании	Может построить схему получения изделия в автоматическом оборудовании
Навык построения схем сборки	Не умеет построить схему автоматической сборки простейших изделий	Умеет построить схему автоматической сборки простейших изделий
Навык управления оборудованием с помощью ПЛК	Не умеет загружать программу в ПЛК	Умеет загружать программу в ПЛК
Навык отладки программ ПЛК	Не уверенно разрабатывает и отлаживает программы для ПЛК	Уверенно разрабатывает и отлаживает программы для ПЛК

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знания типовых схем подачи заготовок и деталей
	Знание основного и вспомогательного оборудования автоматических комплексов
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение рассчитывать устройства ориентации деталей
	Умение выполнять программирование робота
	Умение подобрать манипуляторы для загрузки автоматических комплексов
	Умение использовать в проекте типовые решения транспортировки изделий
Навыки	Навык расчёта бункера или накопителя
	Навык составления управляющей программы манипулятора
	Навык расчёта транспортирующих устройств автоматического производства
	Навык формирования пакета документации на автоматическое оборудование

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Знания**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знания типовых схем типовых схем подачи заготовок и деталей	Не знает систем подачи заготовок	Знает конвейерные системы подачи заготовок	Знает конвейерные собачковые системы подачи заготовок	Знает типовые схемы подачи заготовок
Знание основного и вспомогательного оборудования автоматических комплексов	Знает типовые устройства сборочных автоматов и основные типы вспомогательных систем автоматического оборудования	Знает типовые устройства сборочных автоматов и основные типы	Знает типовые устройства сборочных автоматов и принципы их использования	Знает типовые устройства сборочных автоматов и основные типы вспомогательных систем автоматического оборудования
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Умения**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение рассчитывать устройства ориентации деталей	Не умеет спроектировать и разработать устройства ориентации, составить схему ориентирования заготовок, деталей и изделия	Умеет составить схему ориентирования заготовок, деталей и изделия	Умеет спроектировать и разработать устройства ориентации, составить схему ориентирования заготовок, деталей и изделия	Грамотно умеет спроектировать и разработать устройства ориентации, составить схему ориентирования заготовок, деталей и изделия

Умение выполнять программирование робота	Не умеет составить алгоритм программы управления роботом и управляющую программу	Умеет корректировать управляющую программу робота.	Умеет составить алгоритм программы управления роботом и управляющую программу	Свободно умеет выполнять программирование робота, отладку управляющей программы
Умение подобрать манипуляторы для загрузки автоматических комплексов	Не подбирает манипулятор и захватывающее устройство к нему, не программирует захватывающие устройство.	Умеет запрограммировать работу с захватывающим устройством	Умеет подобрать захватывающее устройство к манипулятору.	Свободно подбирает любой манипулятор и захватывающее устройство к нему
Умение использовать в проекте типовые решения транспортировки изделий	Не умеет подбирать типовые схемы транспортировки изделий, не умеет рассчитать конвейер	Подбирает типовые схемы транспортировки изделий, умеет рассчитать конвейер	Подбирает типовые схемы транспортировки изделий, умеет рассчитать конвейер	Уверенно подбирает типовые схемы транспортировки изделий, умеет рассчитать конвейер

### Оценка сформированности компетенций по показателю **Навыки**.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Навык расчёта бункера или накопителя	Не рассчитывает бункерные и магазинные накопители	Может рассчитать магазинный накопитель.	Рассчитывает бункерные и магазинные накопители.	Уверенно рассчитывает бункерные и магазинные накопители
Навык составления управляющей программы манипулятора	Не составляет, отлаживает программы для манипулятора.	Может редактировать управляющую программу манипулятора	Может составить алгоритм управления манипулятором при автоматической сборке.	Уверенно составляет алгоритмы и управляющие программы для манипуляторов
Навык расчёта транспортирующих устройств автоматического производства	Не владеет навыками расчёта автоматических транспортирующих устройств	Владеет основами расчёта собачкового конвейера	Владеет навыками расчёта собачкового и ленточного конвейеров	Свободно владеет навыками расчёта автоматических транспортирующих устройств
Навык формирования пакета документации на автоматическое оборудование	Не владеет навыками формирования пакетов технической документации на устройства автоматических комплексов	Владеет навыками составления и формирования циклограмм для транспортных и загрузочных устройств	Может формировать пакеты технологической документации на основные и вспомогательные системы автоматического комплекса	Свободно может формировать пакеты технологической документации на основные и вспомогательные системы автоматического комплекса

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	УК4 ауд. 305,	Проектор, интерактивная доска
2	УК4, ауд. 313	Компьютерный класс
3	УК7, ауд 17	Компьютерный класс
4	УК7, ауд 16	ПЛК S7, Mitsubishi или Овен

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	FreeCAD 0.20	Лицензия <b>GNU General Public License</b>
2	VMWarePlayr 16	<a href="https://www.vmware.com/">https://www.vmware.com/</a>
3	OracleVB	<a href="https://www.virtualbox.org/">GNU General Public License, version 2.</a> <a href="https://www.virtualbox.org/">https://www.virtualbox.org/</a>
5	MicrosoftWindows 7	Договор №63-14к от 02.07.2014

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Чепчуров, М. С. Автоматизация производственных процессов : учеб. пособие / М.С. Чепчуров, Б.С. Четвериков. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 274 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_5bf2838b23e9f5.83215632](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_5bf2838b23e9f5.83215632). - ISBN 978-5-16-014256-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/972297> (дата обращения: 01.07.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: Учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Машиностроение, 2007. — 380 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/726>.
3. Фельдштейн, Е.Э. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2011. — 265 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2902>.
4. Автоматизация производственных процессов в машиностроении : метод. указания к выполнению лаб. работ для студентов специальности 151001 / сост. О. И. Шаповалов. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. - 46 с.
5. Вопросы автоматизации в машиностроении : учеб. пособие / А. А. Погонин, М. С. Чепчуров, В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе ; ред. А. А. Погонин. - 2-е изд., стер. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. - 196 с.
6. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. В.В., В.А. Купряшин, Н.М. Боклашов. — Электрон. дан. — Пенза : ПензГТУ, 2011. — 152 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/62519>.
7. Автоматизация технологических процессов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Автоматизация техн. процессов и пр-в" / А. Г. Схиртладзе; С. В. Бочкарев; А. Н. Лыков; В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2014. - 522 с.
8. Лобзов, А,В, Исаева, Л,Н.Технологические процессы автоматизированных производств [Электронный ресурс] / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский технический университет связи и информатики, 2016. — 23 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61567.html>

9. Методы расчета основных показателей захватных устройств промышленных роботов. Р 50-54-101-88/ Москва, Государственный комитет СССР по стандартам, 1988.–31 с.

#### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. [8.http://www.automates.ru/](http://www.automates.ru/)
2. <http://www.owen.ru/47969345>
3. <https://avtprom.ru/>
4. <http://dfpd.siemens.ru/>
5. [http://studopedia.ru/3\\_80865\\_urovni-avtomatizatsii.html](http://studopedia.ru/3_80865_urovni-avtomatizatsii.html)
6. <http://stanki-katalog.ru> Каталоги станков и кузнечно-прессового оборудования
7. <http://elibrary.rsl.ru> – электронная библиотека РГБ;
8. <http://lib.walla./> – публичная электронная библиотека;
9. <http://techlibrary.ru> – техническая библиотека;
10. <http://window.edu.ru/window/library> – электронная библиотека научно-технической литературы;
11. <http://www/techlit.ru> – библиотека нормативно-технической литературы;
12. <http://e.lanbook.com> – электронная библиотечная система издательства Лань»;
13. <http://www.unilib.neva.ru/rus/lib/resources/elib> – библиотека СПбГТУ.
14. <https://ok.ru/group/58353525784641>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>1</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>2</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>1</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>2</sup> Нужно подчеркнуть