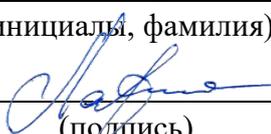


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель направления
проф., д.т.н., проф.
(должность, уч. степень, звание)
В.П. Ларин
(инициалы, фамилия)

(подпись)
«20» июня 2022 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Проектирование технологических систем»
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.04.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств
Форма обучения	очная

Аннотация

Дисциплина «Проектирование технологических систем» входит в образовательную программу высшего образования – программу магистратуры по направлению подготовки/ специальности 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» направленности «Проектирование и технология аэрокосмических приборов и электронных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-1 «Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий»

ПК-1 «Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач»

ПК-7 «Способен разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями»

ПК-8 «Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств»

ПК-9 «Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства»

ПК-10 «Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники»

ПК-11 «Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических процессов»

ПК-12 «Способен осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронных средств на этапах проектирования и производства»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с приобретением магистрантами теоретических знаний и практических навыков по проектированию технологических систем, по разработке основных и вспомогательных производственных процессов, проектированию современных производственных систем и технологических комплексов, информационной поддержке проектируемых и изготавливаемых изделий. В задачи подготовки входит также освоение методов и методик концепции непрерывного сопровождения и информационной поддержки ЖЦ продукции, разработки автоматизированных технологических операций и технологического оснащения производственного процесса с интенсивным обновлением технологии, гибким структурным и технологическим построением и с системой качества, обеспечивающей бездефектность изготовления изделий.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы,

144

часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Проектирование технологических систем» является формирование специальной технологической подготовки магистрантов направления 11.04.03 в области автоматизации производственных процессов, проектирования интегрированных производственных систем, информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) изделий и автоматизированных технологических комплексов. Дисциплина относится к предметной области основного направления профессиональной деятельности магистра – производственно-технологической.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.В.1 владеть навыками системного и критического мышления; методиками постановки цели, определения способов ее достижения
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электронных средств и технологических процессов, а также смежных областей науки и техники, способность обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-1.3.1 знает принципы построения и функционирования электронных средств и технологических процессов ПК-1.У.1 умеет рассчитывать режимы работы электронных средств ПК-1.В.1 владеет навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований
Профессиональные	ПК-7 Способен	ПК-7.3.1 знает нормативные требования к

компетенции	разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями	разработке проектно-конструкторской документации ПК-7.У.1 умеет использовать стандарты и нормативные требования при разработке документации ПК-7.В.1 владеет навыками разработки документации для организации выпуска изделий
Профессиональные компетенции	ПК-8 Способен разрабатывать технические задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств	ПК-8.3.1 знает современные технологические процессы производства электронных средств ПК-8.У.1 умеет проводить анализ и выбор перспективных материалов, технологических процессов и оборудования для производства электронных средств ПК-8.В.1 владеет навыками подготовки технического задания на проектирование технологических процессов производства электронных средств
Профессиональные компетенции	ПК-9 Способен проектировать технологические процессы производства электронных средств с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства	ПК-9.3.1 знает требования технологической и нормативной документации технологических процессов выпуска электронных средств ПК-9.У.1 умеет проектировать технологические процессы производства электронных средств ПК-9.В.1 владеет навыками использования автоматизированных систем технологической подготовки производства
Профессиональные компетенции	ПК-10 Способен разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники	ПК-10.3.1 знает методы отработки и внедрения материалов, технологических процессов и оборудования для производства электронных средств ПК-10.У.1 умеет разрабатывать технологическую документацию на проектируемые устройства, приборы и системы электронной техники ПК-10.В.1 владеет навыками организации проведения работ по подготовке производства
Профессиональные компетенции	ПК-11 Способен обеспечивать технологичность электронных средств и процессов их изготовления, оценивать экономическую эффективность технологических	ПК-11.3.1 знает принципы выработки рекомендаций по корректировке и оптимизации параметров и режимов технологических операций и технологических процессов производства электронных средств ПК-11.У.1 умеет анализировать характеристики изделий электронной техники и процессов их изготовления ПК-11.В.1 владеет навыками оценки экономической эффективности

	процессов	технологических процессов
Профессиональные компетенции	ПК-12 Способен осуществлять авторское сопровождение разрабатываемых устройств, приборов и систем электронных средств на этапах проектирования и производства	ПК-12.3.1 знает методы авторского сопровождения разрабатываемых изделий и технологических процессов ПК-12.У.1 умеет анализировать причины брака выпускаемых изделий ПК-12.В.1 владеет навыками подготовки дефектных ведомостей устройств, приборов и систем электронных средств

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Технология ЭС»,
- «Технология сборки и монтажа ЭС»,
- «Основы автоматизации технологических процессов»,
- «Технология контроля ЭС».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Проектирование технологических систем»,
- «Конструкторская и технологическая подготовка производства»,
- «Моделирование конструкций и технологий»,
- «Обеспечение технологичности сборки и контроля ЭС».

3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№2
1	2	3
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)	4/ 144	4/ 144
Из них часов практической подготовки	14	14
Аудиторные занятия, всего час.	34	34
В том числе:		
лекции (Л), (час)	17	17
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	17	17
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	36	36
Самостоятельная работа, всего (час)	74	74
Вид промежуточной аттестации: зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

Примечание: ** кандидатский экзамен

4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ЛР (час)	СРС (час)
Семестр 2			
Раздел 1. Основы построения интегрированных гибких производственных систем	2		6
Раздел 2. Технологии автоматизированного и роботизированного производства	2		6
Раздел 3. Теоретические основы проектирования ГПС и АТК	2		6
Раздел 4. Стратегия и задачи концепции CALS/ИПИ	1		5
Раздел 5. Интегрированная информационная среда предприятия	2	4	20
Раздел 6. Разработка технических требований к средствам автоматизации	2		6
Раздел 7. Разработка структуры автоматизированных технологических систем	2	4	6
Раздел 8 - Средства автоматизации основных, вспомогательных, контрольных и транспортных операций ТП приборостроения	2	4	6
Раздел 9 - Проектирование специализированных технологических участков, линий и комплексов на базе типовых	2	5	13
Итого в семестре:	17	17	74
Итого	17	17	74

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
1	<p>Основы построения интегрированных гибких производственных систем</p> <p><i>Тема 1.1 - Понятия и определения интеграции производственной и информационной среды</i></p> <p>Задачи и содержание дисциплины. Научные основы автоматизации производственных процессов. Проблемы автоматизации производств различного типа. Термины и определения в области автоматизации. Действующие нормативно-технические документы по автоматизации. Принципы обоснования постановки задачи автоматизации технологического процесса (ТП). Понятие гибкой технологии. Гибкие производственные системы (ГПС).</p> <p><i>Тема 1.2 - Цели создания и структурирование проблемы</i></p> <p>Быстросменность и гибкость как основные цели создания интегрированных производственных систем (ИПС). Автоматизация технологических процессов на принципах гибкой технологии. Гибкость структурная, технологическая, организационная и гибкость по управлению. Виды построения ГПС по организационным, технологическим и предметным признакам классификации. ГПС с интеграцией функций. Структура интегрированной автоматизированной производственной системы. Области рационального применения</p>

	<p>автоматизированных производственных систем и комплексов. Виды и назначение автоматизированных систем в составе интегрированной ГПС. Элементы производственной системы. Технологические системы ГПС. Качество функционирования производственной системы. Использование системного подхода при проектировании автоматизированных систем и комплексов.</p>
2	<p>Технологии автоматизированного и роботизированного производства. <i>Тема 2.1 – Основы проектирования автоматизации производственного процесса</i> Автоматизируемые функции производственной системы. Направления автоматизации в приборостроительном производстве. Эффективность автоматизации, критерии эффективности. Выбор автоматизируемых функций, обоснование автоматизации по каждой функции. Сценарии постановки задачи автоматизации производственного процесса. Выбор варианта автоматизации на ранней стадии проектирования. Методика анализа и обследования объекта автоматизации, разработка проектного задания и технических требований на проектирование роботизированного производства. Методика обоснования автоматизации по каждой автоматизируемой функции и выбора уровня автоматизации. <i>Тема 2.2 – Проектирование автоматизированных ТП</i> Автоматизированный ТП. Модели автоматизированного ТП. Составляющие автоматизированного ТП: операции, действия, движения. Циклы и фазы автоматизированного ТП. Количественные, пространственные, временные и информационные параметры автоматизированного ТП. Производительность и гибкость автоматизированного ТП. Временные параметры основных и вспомогательных действий в автоматизированном ТП. Нахождение оптимального соотношения производительности и гибкости при автоматизации ТП. Управляемость и наблюдаемость автоматизированной технологической операции.</p>
3	<p>Теоретические основы проектирования ГПС и АТК <i>Тема 3.1 – Основы системного проектирования автоматизации</i> Понятие и содержание технологического проектирования автоматизированных производственных систем и комплексов. Методологическая, функционально-логическая и инженерно-техническая формулировки задач проектирования автоматизированных производственных систем и комплексов. Методы системного анализа при проектировании автоматизированного производства. Задача проектирования ГПС на макроуровне. Формулировка задачи синтеза автоматизированных производственных комплексов. Схема синтеза, исходные данные для проведения синтеза. Методика исследования необходимого и достаточного уровня сложности и оценки степени новизны проекта. Качество функционирования и сложность реализации системы как комплексные критерии проектирования технологической системы. Структурный синтез автоматизированного технологического комплекса (АТК). Структура АТК в уровнях разбиения. Способы представления структуры АТК. Исходная база структурного проектирования производственных систем и комплексов. Структурные элементы ТС (макроэлементы, типовые элементы ТС – технологические модули, функциональные элементы технологических модулей). <i>Тема 3.2 – Проектирование обеспечивающих систем ИПС</i> Техническая и технологическая подготовка ИПС. Системы обеспечения функционирования (СОФ) ГПС и системы обеспечения требуемого качества функционирования (СОКФ) ГПС. Принципы взаимодействия систем обеспечения функционирования с технологическими системами и комплексами в ИПС. Выбор типа складской системы. Выбор принципа приема заявок от АТК и обеспечения заказов в ИПС. Выбор типа транспортной системы. Анализ схем транспортных систем. Системы инструментального обеспечения, их исследование и разработка. Качество функционирования ИПС и его обеспечение. Критерии анализа и оценки качества функционирования. Обеспечение требований системы качества при проектировании, подготовке и функционировании ИПС. Структура информационного обеспечения в ИПС для реализации требуемого уровня качества функционирования. Материальные и информационные потоки в ИПС, их моделирование для обеспечения эффективного управления. Имитационное моделирование технологических систем и комплексов. Динамические модели АТК, их применение для обеспечения требуемого качества функционирования АТК.</p>

4	<p style="text-align: center;">Стратегия и задачи концепции CALS/ИПИИ</p> <p><i>Тема 4.1 - Базовые принципы CALS/ИПИИ</i> Процессы и этапы жизненного цикла (ЖЦ) изделий. Основные положения концепции CALS/ИПИИ. Задача создания единой информационной среды изделия. Основные задачи концепции CALS/ИПИИ. Факторы повышения эффективности производственных процессов при применении CALS/ИПИИ. Системы, решающие задачи CALS/ИПИИ. Методология представления и обмена данными в ИПИ-технологиях.</p> <p><i>Тема 4.2 - Системы, технологии и стандарты CALS/ИПИИ</i> Виды CALS/ИПИИ - систем. Использование CALS/ИПИИ – систем. Организационные, информационные и прикладные формализованные технологии, обеспечивающие создание и управление CALS/ИПИИ – системами. Задачи создания и внедрения CALS/ИПИИ – технологий, как средств повышения эффективности автоматизированных систем проектирования и управления. Стандарты CALS. Виды стандартов, их классификация, назначение и развитие. Сравнительная оценка характеристик традиционного производства и производства с ИПИ-технологиями.</p>
5	<p style="text-align: center;">Интегрированная информационная среда предприятия</p> <p><i>Тема 5.1 - Информационная среда предприятия в структуре CALS/ИПИИ – систем</i> Понятие и содержание интегрированной информационной среды (ИИС). Адекватное моделирование физического и информационного пространства. Общая (интегрированная) база данных проблемно-ориентированных моделей производственных систем. Интеграция функций управления данными и управления процессами в PDM-системе. Структура и состав общей базы данных об изделии. Моделирование объектов, операций, отношений при объектно-ориентированном моделировании. Структура ИИС жизненного цикла изделия. Реализация задачи интеграции PDM-системы и системы управления проектами. Функциональные возможности современных PDM-систем (управление хранением данных и документами; управление информационно-справочной системой предприятия; управление конструкторско-технологической подготовкой производства; автоматизация генерации выборов и отчетов; управление изделием на этапе эксплуатации; поддержка менеджмента качества). Этапы работ по управлению конфигурацией изделия с помощью PDM-систем. Концептуальная схема совместной работы системы управления проектами и модуля управления workflow в PDM-системе. Шаблон проекта. Шаблон процесса. Создание шаблонов и работа с шаблонами.</p> <p><i>Тема 5.2 - Интегрированные модели объектов и процессов производства</i> Атрибуты физического объекта. Информационные модели изделий, процессов и ресурсов. Интегрированная модель изделия – объекта производства. Понятие единой информационной модели. Базовые интегрированные информационные модели управления различного уровня. Информационные модели изделий, процессов и ресурсов. Свойства интегрированной модели изделия. Модули интегрированной модели изделия. Схема построения интегрированной модели изделия. Информационная модель технологической подготовки производства. Информационная модель производств. Информационная модель ресурсов. Классификационные характеристики ресурсов. Развитие и дополнения моделей проектирования и управления CALS/ИПИИ – систем на основе комплексных моделей «объект-процесс-оснащение». Информационные потоки в цехе.</p>
6	<p style="text-align: center;">Разработка технических требований к средствам автоматизации</p> <p><i>Тема 6.1 – Методики обработки результатов анализа и обследования производства</i> Разработка технических требований к АТК на основе логико-структурного анализа ТЗ и результатов обследования объекта автоматизации. Разработка технических требований к оборудованию и средствам автоматизации при проектировании АТК. Требования по безотказности и ремонтпригодности. Требования бездефектности. Методика оценки технического уровня и качества функционирования АТК.</p> <p><i>Тема 6.2 – Разработка требований на автоматизацию обеспечивающих операций</i> Анализ конструкции объекта обработки (сборки). Определение поверхностей контактирования объекта с захватными устройствами (ЗУ) ПР. Установление требований на накопление, подачу, ориентирование и позиционирование объекта манипулирования. Выбор поверхностей, обеспечивающих выполнение действий и движений в АТК с требуемой точностью. Установление требований к устройствам транспортно-складской системы на основе организационно-технологических и</p>

	<p>планово-экономических характеристик производства. Разработка таблиц-матриц связи «ПР – основное технологическое оборудование», «ПР – вспомогательная оснастка» для определения параметров движений.</p>
7	<p>Разработка структуры автоматизированных технологических систем <i>Тема 7.1 – Модели синтеза автоматизированных элементов ИПС</i> Основы организации компьютеризированного процесса проектирования, подготовки и управления. Типовые функционально-структурные схемы автоматизированных участков ИПС: штамповочного, гальванического, механообрабатывающего, механосборочного, сборочно-монтажного производств. Обобщенная структурная модель ТС. Цели моделирования процессов и элементов автоматизированного участка производства. Исследование вариантов реализации технологической структуры. Схема синтеза технологической структуры. Выбор вариантов структурно-компоновочного построения технологической структуры участка ИПС на основе моделирования при изменении расположения складов и их количества, при различных типах и конфигурациях транспортной системы, различных принципах организации выполнения заявок для АТК и других переменных факторов. <i>Тема 7.2 – Информационное обеспечение процессов интеллектуального проектирования АТК</i> База данных автоматизированного проектирования ТС и ее элементов. Массивы постоянной информации базы данных. Алгоритм проектирования АТК на базе типовых элементов. Принятие и оценка проектных решений при автоматизированном проектировании. Состав и задачи подсистемы информационно-поискового обеспечения. Интеллектуализация автоматизированного проектирования АТК. База знаний экспертной системы проектирования АТК. Представление и обработка знаний в экспертной системе проектирования АТК. Продукционные правила и фреймы знаний. Структура фреймов решения задач технологического проектирования. Примеры фреймовых моделей технологического проектирования. Разработка процесса функционирования АТК. Формализация и алгоритмизация процесса функционирования АТК. Граф взаимосвязей функциональных элементов АТК, его построение. Разработка алгоритма функционирования АТК. Построение циклограмм работы ПР и АТК. Определение временных характеристик АТК. Состояние элемента АТК. Состояния АТК. Граф формирования состояний и переходов в АТК. Матрицы состояний АТК. Оценка готовности АТК.</p>
8	<p>Средства автоматизации основных, вспомогательных, контрольных и транспортных операций ТП приборостроения <i>Тема 8.1 – Технологическая обеспеченность автоматизированных комплексов</i> Постановка и решение задачи выбора видов технологического оборудования автоматизированных производств. Методы анализа и расчета технологической обеспеченности автоматизированного комплекса. Классификация основной и вспомогательной оснастки автоматизированных технологических, транспортных, складских, инструментальных систем и комплексов. Назначение и функциональные характеристики каждой из классифицированных групп оснастки. <i>Тема 8.2 – Методики проектирования средств технологического обеспечения</i> Конструкции, выбор и расчет: захватных устройств ПР; виброподающих устройств; ориентирующих устройств и питателей; устройств межоперационного и внутриоперационного транспортирования; поворотных и координатных столов; приспособлений – спутников; устройств накопления и складирования заготовок, деталей и компонентов; накопителей и магазинов инструментов; установочных и зажимных устройств и др. Технические средства контрольных комплексов и модулей. Выбор автоматизированных средств контроля. Применение роботов на контрольных операциях. Типовые компоновки контрольных АТК. Устройства сортировки и контроля геометрических параметров. Устройства дефектоскопии материалов и соединений (сварных, паяных и др.). Координатно-измерительные машины. Контактные и бесконтактные датчики контроля параметров изделий и диагностических устройств технологических комплексов. Контроль технологических пространственных, временных и рабочих параметров автоматизированного процесса, выбор их оптимального соотношения при разработке алгоритма функционирования по критериям информативности, обеспечения надежности и бездефектности. <i>Тема 8.3 – Системы управления автоматизированными элементами ГПС</i> Системы управления технологическими комплексами, структуры и функции. Микропроцессорные УЧПУ. Локальные системы управления на базе программируемых микроконтроллеров. Использование ПЭВМ в системах управления РТК. Виды команд в программе управления комплексами. Устройства индикации и регистрации в системах управления РТК. Средства очувствления, их</p>

	типы и назначение в АТК. Средства технического зрения (СТЗ). Телевизионные СТЗ и СТЗ на ПЗС-матрицах.
9	<p>Проектирование специализированных технологических участков, линий и комплексов на базе типовых производств</p> <p><i>Тема 9.1 – Проектирование АТК заготовительного и обрабатывающего производства</i></p> <p>Типовые компоновки участков, линий и АТК заготовительных и обрабатывающих процессов, целевые функции и особенность проектирования. Типовые АТК штамповки, прессования пластмасс, литья металла. АТК на базе специализированных, универсальных, агрегатных и многоцелевых станков для токарных операций, фрезерования, сверления. Участки, линии и АТК на базе обрабатывающих центров. Особенности построения автоматизированных участков и комплексов при обработке с применением приспособлений-спутников. АТК на базе технологических роботов (сварочные, окрасочные и др.), особенности проектирования рабочей зоны АТК.</p> <p><i>Тема 9.2 – Проектирование АТК сборочно - монтажного производства</i></p> <p>Сборочные АТК. Методы сборки по степени дифференциации и концентрации операций автоматизированного процесса. Обеспечение технологичности деталей при автоматизированной сборке. Особенности проектирования автоматизированных технологических операций сборки. Декомпозиция автоматизированной технологической операции сборки на фазы, действия и движения. Программируемый элемент операции. Специфические особенности построения участков, линий и АТК монтажа электрических и электронных узлов на печатных платах и микросборок. Роботизация процесса изготовления электронных узлов по технологии поверхностного монтажа. Роботизированные участки, линии и комплексы нанесения покрытий и получения функциональных пленочных элементов в технологии микроэлектроники. АТК контроля изделий приборостроения. АТК контроля материалов и полуфабрикатов. Роботизация операций контроля деталей, комплектующих компонентов и узлов. Специализированные АТК для выполнения операций герметизации, подгонки, комплектования сборочных позиций, нанесения паст и др. Обеспечение надежности (безотказности и ремонтпригодности) и бездефектности функционирования АТК.</p>

4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 2				
1	Исследование участка производственной системы с применением имитационного моделирования	4	2	5.2
2	Разработки имитационной модели автоматизированного технологического комплекса	2	1	7.1
3	Исследование зависимости характеристик	2	1	7.2

	производительности и готовности АТК от вероятностных событий			
4	Разработка технологического маршрута, графика и параметров системы управления гальваническим производством	4	2	8.3
5	Определение оптимального размера партии изделий, запускаемых в производство	3	1	9.1
6	Выбор и исследование загрузочных и подающих устройств АТК	2	1	9.2
Всего		17		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся
Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 2, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	60	60
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	14	14
Всего:	74	74

5. Перечень учебно-методического обеспечения
для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
	Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения : принципы, системы и технологии CALS/ИПИ: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / [А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров и др.]. – М.: Издательский центр «Академия, 2007. – 304 с.	
	Ларин В.П. Интегрированные производственные системы и ИПИ-технологии: учебное пособие /	100

	В.П. Ларин. – СПб.: ГУАП, 2016. – 189 с. ISBN 978-5-8088-1162-1	
	Соснин О.М. Основы автоматизации технологических процессов и производств : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2007.- 240 с.	
	Шандров Б.В. Технические средства автоматизации : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б.В. Шандров, А.Д. Чудаков. – М.: Издательский центр «Академия, 2007. – 368 с.	
	Ларин В.П., Новиков А.Е. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Интегрированные производственные системы и ИПИ-технологии». [Электрон. ресурс кафедры], Инф. Система кафедры 23. Ред. 2019.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
http://lib.aanet.ru/	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021

8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
-------	--------------

Не предусмотрено

9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г
2	Специализированная лаборатория «Автоматизация конструкторско-технологического проектирования и компьютерного моделирования»	13-17

10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 – Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«отлично» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
1	Как обеспечивается базой данных функционирование участка производства.	УК-1.В.1
2	Решение каких задач конструкторской подготовки производства поддерживаются информационной средой предприятия.	
3	Докажите эффективность электронного конструкторско-технологического документооборота.	
4	От каких факторов зависит быстрота реагирования ТС на возмущения в оснащении системы.	
5	Рассмотрите варианты решения задачи принятия решений при возникшем возмущении. На какой информационной поддержке будут базироваться рассматриваемые варианты.	
6	Перечислите виды информации в структуре ТС третьего структурного уровня автоматизации.	
7	Проанализируйте эффект от внедрения электронного технологического документооборота.	
8	Проведите анализ информационно-управляющих связей в ТС второго структурного уровня автоматизации.	
9	Информационно-управляющая часть проекта АСУ ТС должна содержать разработку видов и содержания информационной поддержки выполняемых процессов.	
10	Перечислите виды информации в структуре ТС второго структурного уровня автоматизации.	
11	Что является результатом упорядочивания потока работ в проекте.	ПК-1.3.1
12	Что является результатом упорядочивания управления работой в проекте.	
13	Что собой представляет информационный набор и что он содержит.	
14	Что собой представляет модуль данных.	
15	Рассмотрите виды и содержание модуля данных.	

16	Рассмотрите особенности структурированных электронных документов.	
17	Рассмотрите особенности неструктурированных электронных документов.	
18	Что дает использование интерактивных электронных документов по сравнению с бумажными.	
19	Сравнительная характеристика централизованных и распределенных систем АСУ.	
20	Рассмотрите содержание группы функций управления потоком работ PDM-системы.	ПК-1.У.1 ПК-1.В.1
21	Рассмотрите содержание группы функций протоколирования работ в PDM-системе.	
22	Задачи оптимального управления ТП.	
23	Средства реализации задач оптимального управления ТП.	
24	Функциональные схемы автоматизации. Принципы построения.	
25	Виды изображения элементов функциональных схем автоматизации.	
26	Как рекомендуется выполнять графические обозначения на функциональных схемах.	
27	Рассмотрите управляющие функции АСУ ТП.	
28	Рассмотрите информационные функции АСУ ТП.	
29	Рассмотрите вспомогательные функции АСУ ТП.	
30	Централизованные и распределенные системы АСУ П и АСУ ТП.	
31	Принципы организации централизованных систем АСУ П и АСУ ТП.	
32	Принципы организации распределенных систем АСУ П и АСУ ТП.	
33	Как классифицируются технологические системы.	ПК-7.3.1
34	Что собой представляет надежность производственной системы.	ПК-7.У.1
35	Как определяются цели автоматизации в зависимости от сценария проектирования	ПК-7.В.1
36	Что понимается под системными свойствами производства.	ПК-8.3.1
37	Что входит в понятие свойств производства.	ПК-8.У.1
38	Рассмотрите свойства производства известного Вам предприятия.	ПК-8.В.1
39	Как формируются системные свойства производства.	
40	От каких факторов зависит сложность производства.	
41	Рассмотрите основные принципы построения ГПС.	
42	Под действием каких факторов изменяются системные свойства производства.	
43	Структурные уровни АСУ П и решаемые задачи.	ПК-9.3.1
44	Рассмотрите организационно-технологические задачи АСУ П.	ПК-9.У.1
45	Рассмотрите задачи диспетчерского управления АСУ П.	ПК-9.В.1
46	Функциональная схема управления режимами технологического оборудования.	
47	Структура АСУ цеха.	
48	Правила построения алгоритмов функционирования автоматизированных ТС	
49	Правила построения циклограмм функционирования ТС.	
50	Рассмотрите последовательность решения задач проектирования автоматизированной технологической операции.	
51	Рассмотрите процесс управления конфигурацией изделия в конструкторском контексте.	ПК-10.3.1 ПК-10.У.1
52	Виды имитационных моделей, применяемые при технологическом	ПК-10.В.1

53	Из каких укрупненных разделов состоит структура БД изделия.	ПК-11.3.1 ПК-11.У.1 ПК-11.В.1	
54	Каким образом осуществляется проектирование ТП для сформированной группы изделий.		
55	Что отражают параметры входа в модели ТС.		
56	Рассмотрите иерархичность построения систем управления в ИПС.		
57	Какие принципы положены в основу реализации организационно-технологических структур.		
58	Что отражают параметры выхода в модели ТС.		
59	Какие связи должна содержать функциональная схема автоматизированной ТС.		
60	Проведите анализ информационно-управляющих связей в ТС первого структурного уровня автоматизации.		
61	Рассмотрите виды электронных документов при конструкторской подготовке производства.		ПК-12.3.1 ПК-12.У.1 ПК-12.В.1
62	Рассмотрите виды электронных документов при ТПП.		
63	Рассмотрите виды электронных документов при ТОиР.		

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
1	Как обеспечивается базой данных функционирование участка производства	УК-1.В.1
2	Решение каких задач конструкторской подготовки производства поддерживаются информационной средой предприятия	
3	Докажите эффективность электронного конструкторско-технологического документооборота	
4	От каких факторов зависит быстрота реагирования ТС на возмущения в оснащении системы	
5	Рассмотрите варианты решения задачи принятия решений при возникшем возмущении. На какой информационной поддержке будут базироваться варианты	
6	Перечислите виды информации в структуре ТС третьего структурного уровня автоматизации	
7	Проанализируйте эффект от внедрения электронного технологического документооборота	
8	Проведите анализ информационно-управляющих связей в ТС второго	

9	структурного уровня автоматизации Информационно-управляющая часть проекта АСУ ТС должна содержать разработку видов и содержания информационной поддержки выполняемых процессов.	
10	Перечислите виды информации в структуре ТС второго структурного уровня автоматизации	
11	Что является результатом упорядочивания потока работ в проекте.	ПК-1.3.1
12	Что является результатом упорядочивания управления работой в проекте.	
13	Что собой представляет информационный набор и что он содержит.	
14	Что собой представляет модуль данных.	
15	Рассмотрите виды и содержание модуля данных.	
16	Рассмотрите особенности структурированных электронных документов.	
17	Рассмотрите особенности неструктурированных электронных документов.	
18	Что дает использование интерактивных электронных документов по сравнению с бумажными.	
19	Сравнительная характеристика централизованных и распределенных систем АСУ.	
20	Рассмотрите содержание группы функций управления потоком работ PDM-системы.	ПК-1.У.1 ПК-1.В.1
21	Рассмотрите содержание группы функций протоколирования работ в PDM-системе.	
22	Задачи оптимального управления ТП.	
23	Средства реализации задач оптимального управления ТП.	
24	Функциональные схемы автоматизации. Принципы построения.	
25	Виды изображения элементов функциональных схем автоматизации.	
26	Как рекомендуется выполнять графические обозначения на функциональных схемах.	
27	Рассмотрите управляющие функции АСУ ТП.	
28	Рассмотрите информационные функции АСУ ТП.	
29	Рассмотрите вспомогательные функции АСУ ТП.	
30	Централизованные и распределенные системы АСУ П и АСУ ТП.	
31	Принципы организации централизованных систем АСУ П и АСУ ТП.	
32	Принципы организации распределенных систем АСУ П и АСУ ТП.	
33	Как классифицируются технологические системы.	ПК-7.3.1 ПК-7.У.1 ПК-7.В.1
34	Что собой представляет надежность производственной системы.	
35	Как определяются цели автоматизации в зависимости от сценария проектирования	
36	Что понимается под системными свойствами производства.	ПК-8.3.1 ПК-8.У.1 ПК-8.В.1
37	Что входит в понятие свойств производства.	
38	Рассмотрите свойства производства известного Вам предприятия.	
39	Как формируются системные свойства производства.	
40	От каких факторов зависит сложность производства.	
41	Рассмотрите основные принципы построения ГПС.	
42	Под действием каких факторов изменяются системные свойства производства.	
43	Структурные уровни АСУ П и решаемые задачи.	ПК-9.3.1 ПК-9.У.1 ПК-9.В.1
44	Рассмотрите организационно-технологические задачи АСУ П.	
45	Рассмотрите задачи диспетчерского управления АСУ П.	
46	Функциональная схема управления режимами технологического	

47	оборудования. Структура АСУ цеха.	
48	Правила построения алгоритмов функционирования автоматизированных ТС	
49	Правила построения циклограмм функционирования ТС.	
50	Рассмотрите последовательность решения задач проектирования автоматизированной технологической операции.	
51	Рассмотрите процесс управления конфигурацией изделия в конструкторском контексте.	ПК-10.3.1 ПК-10.У.1 ПК-10.В.1
52	Виды имитационных моделей, применяемые при технологическом проектировании	
53	Из каких укрупненных разделов состоит структура БД изделия.	ПК-11.3.1 ПК-11.У.1 ПК-11.В.1
54	Каким образом осуществляется проектирование ТП для сформированной группы изделий.	
55	Что отражают параметры входа в модели ТС.	
56	Рассмотрите иерархичность построения систем управления в ИПС.	
57	Какие принципы положены в основу реализации организационно-технологических структур.	
58	Что отражают параметры выхода в модели ТС.	
59	Какие связи содержит функциональная схема автоматизированной ТС.	
60	Проведите анализ информационно-управляющих связей в ТС первого структурного уровня автоматизации.	
61	Рассмотрите виды электронных документов при конструкторской подготовке производства.	ПК-12.3.1 ПК-12.У.1 ПК-12.В.1
62	Рассмотрите виды электронных документов при ТПП.	
63	Рассмотрите виды электронных документов при ТОиР.	

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в указанном учебном пособии (табл. 8).

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой