



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора

А.В. Троицкий

« » 2023 г.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

Направление подготовки: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Направленность (профиль): Автоматизация производственных процессов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королёв
2023

Рабочая программа является составной частью основной профессиональной образовательной программы и проходит рецензирование со стороны работодателей в составе основной профессиональной образовательной программы. Рабочая программа актуализируется и корректируется ежегодно.

Автор: Ражева А.П. Рабочая программа дисциплины (модуля): «САПР технологических процессов» – Королев МО: «Технологический университет», 2023

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Мороз А.П.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки бакалавров 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета.

Протокол №9 от 11.04.2023 г.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	Мороз А.П. д.т.н., профессор 			
Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания кафедры	№9 от 28.03.23			

Рабочая программа согласована:



Руководитель ОПОП ВО _____ к.т.н., доцент Т.Н.Архипова

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (переутверждения)	2023	2024	2025	2026
Номер и дата протокола заседания УМС	№5 от 11.04.2023 г.			

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов к практическому использованию систем автоматизированного проектирования технологических процессов.

Задачами изучения дисциплины являются:

- Ознакомление студентов с современными техническими средствами САПР, автоматизированными рабочими местами, автоматизированными проектными бюро и методами их использования;
- обучение использованию современных программных средств для проектирования технологической документации;

Профессиональные компетенции:

ПК-4. Способен разрабатывать техническую документацию на основе стандартов для производства и технического обслуживания средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, инструкции по эксплуатации, техническому обслуживанию и их ремонту;

ПК-6. Способен разрабатывать проекты по внедрению средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- ознакомление с современными техническими средствами, используемыми в системах автоматизации и управления;
- обучение методам анализа и агрегатирования технических средств автоматизации и управления;
- обучение методам расчета эксплуатационных характеристик проектируемой системы.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Трудовые действия:

- Способен составлять технические задания на разработку средств автоматизации и механизации, инструкции по их эксплуатации и ремонту.
- Способен разрабатывать планы расположения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке.

Необходимые умения:

- Умеет назначать требования к средствам автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций

- Умеет оформлять техническое задание на создание средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, инструкции по эксплуатации, техническому обслуживанию и их ремонту.
- Умеет рассчитывать необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывать план их размещения.

Необходимые знания:

- Знает правила разработки проектной, технической, технологической и эксплуатационной документации и процедуры согласования и утверждения технической документации.
- Знает принципы и правила размещения средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке, методы расчета основного, вспомогательного оборудования и рабочих мест для различных типов производств.
- Знает технологические процессы механосборочного производства.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 «**Мехатроника и робототехника**».

Дисциплина реализуется кафедрой Техники и технологии.

Изучение данной дисциплины базируется на ранее изученных дисциплинах: «Компьютерная инженерная графика» и компетенциях: ОПК-11; ПК-5,6, 10.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «САПР технологических процессов» являются базовыми для прохождения практики, выполнения выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов составляет 4 зачетные единицы, 144 часов.

Таблица 1

Очная форма обучения

Виды занятий	Всего часов	Семестр 5	Семестр 6
Общая трудоемкость	144	144	
Аудиторные занятия	64	64	
Лекции (Л)	32	32	
Практические занятия (ПЗ)	32	32	
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	
Практическая подготовка	4	4	

Самостоятельная работа	80	80	
Курсовые, расчетно-графические работы	-	-	
Контрольная работа, домашнее задание	+	+	
Текущий контроль знаний	тест	тест	
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час Очная /заочная форма	Практические занятия, час Очная /заочная форма	Занятия в интерактивной форме, час Очная /заочная форма	Практическая подготовка, час Очная /заочная форма	Код компетенций
Тема 1. Назначение и проблемы проектирования технологических процессов	4	4	1		ПК-4, ПК-6
Тема 2. Классификация технических средств, участвующих в технологических процессах	4	4	1		ПК-4, ПК-6
Тема 3. Автоматизированное проектирование технологических процессов подготовки изделий с помощью САЕ/CAD/CAM-систем	4	4	2	1	ПК-4, ПК-6
Тема 4. Основные принципы инженерно-конструкторского проектирования	4	4	1		ПК-4, ПК-6
Тема 5. Единая система конструкторской документации ЕСКД	4	4	1		ПК-4, ПК-6
Тема 6. Автоматизированное проектирование технологических	4	4	2	1	ПК-4, ПК-6

процессов в специальном машиностроении					
Тема 7. Технологические процессы сборки с использованием трехмерных компьютерных моделей	4	4	1	1	ПК-4, ПК-6
Тема 8. N-мерное моделирование технологических процессов	4	4	1	1	ПК-4, ПК-6
Итого	32	32	10	4	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Назначение и проблемы проектирования технологических процессов

Предмет и задачи дисциплины. Постановка задачи автоматизации проектирования технологических процессов. Системный подход к проектированию технологических процессов. Структуризация процесса проектирования технологических процессов. Типизация и унификация проектных решений и средств проектирования технологических процессов. Классификация САПР. Знакомство с интерфейсом САПР Solid Works и построение первой детали.

Тема 2. Классификация технических средств, участвующих в технологических процессах

Классификация технических средств автоматизации и управления. Технические, программно-технические и общесистемные средства автоматизации. Информационно-управляющие вычислительные комплексы. Автоматизированное проектирование исполнительных механизмов и устройств технологических процессов в среде Solid Works. Конструкторско-технологическая документация на исполнительные механизмы и устройства, участвующие в технологических процессах. Построение чертежа в среде Solid Works.

Тема 3. Автоматизированное проектирование технологических процессов подготовки изделий с помощью CAE/CAD/CAM-систем

Процедуры анализа, моделирования, оптимизации проектных решений в CAE-системах. CALS-технологии. Функции АСУП (ERP-систем). Функции SCADA-систем. Функции систем управления документами и документооборотом. Функциональный состав интегрированных САПР. Интерфейсы, языки, форматы межпрограммных обменов САПР.

Структурный состав интегрированных САПР. Межпрограммный обмен между САПР Solid Works и AutoCad. Импорт в SolidWorks существующего двухмерного проекта, созданного в программе AutoCAD. Создание трехмерной модели на основе анализа данных двухмерного чертежа.

Тема 4. Основные принципы инженерно-конструкторского проектирования

Единство методики проектирования изделий. Единство структуры однотипных изделий. Комплексность принятия решений. Общность принятия проектных решений. Принятие типовых проектных решений. Многоуровневость (многостадийность) проектных решений. Комплексность современного производства. Инженерно-конструкторское проектирование в специальном машиностроении.

Тема 5. Единая система конструкторской документации ЕСКД

Комплекс государственных стандартов, устанавливающих порядок разработки, оформления и обращения конструкторской документации. Распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам (ГОСТ). Виды изделий и конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов. Классификация конструкторских документов. Стадии разработки конструкторской документации. Автоматизация ведения конструкторской документации.

Тема 6. Автоматизированное проектирование технологических процессов в специальном машиностроении

Законы (правила), на которых строится проектирование технологических процессов, позволяющее избежать ошибок при проектировании. Методика проектирования технологических процессов механической обработки деталей. Процесс проектирования технологических процессов механической обработки деталей. Единая система технологической подготовки производства ЕСТПП. Установление системы организации и управления процессом технологической подготовки производства. Состав классификационных групп стандартов ЕСТПП. Основные этапы проектирования технологических процессов механической обработки деталей.

Тема 7. Технологические процессы сборки с использованием трехмерных компьютерных моделей

Технологические схемы сборки сложных технических устройств. Схемы и ступени сборки устройств технических систем. Последовательность операций при технологическом процессе сборки. Схемы сборки в соответствии с требованиями ЕСКД. Отработка (проверка изделия) на

точность геометрических параметров и осуществление анализа характеристик изделия при изменении некоторых его параметров в процессе сборки. Разработка подходов к автоматизации проектирования технологических процессов сборки с применением технологий трехмерного моделирования. Визуально-наглядные инструкции сборки.

Тема 8. N-мерное моделирование технологических процессов

2D-образы. 3D-образы. Двухмерное и трехмерное моделирование. Анализ и обработка информации в средах N-мерного моделирования при проектировании технологических процессов. 4D, 5D, 6D проектирование. Средства технологий N-мерного моделирования. Диаграммы Ганта. Средства аддитивных технологий. Анализ информационного обеспечения для процессов подготовки изделий сложных технических систем. Роль технологий N-мерного моделирования в организации технологических процессов и управлении ими.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине

1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.
2. Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных работ.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Структура фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «САПР технологических процессов» приведена в Приложении 1.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Белов, П.С. САПР технологических процессов: курс лекций : учебное издание / П.С. Белов, О.Г. Драгина. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. - 151 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4499-0074-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560692> (11.07.2019).

2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / Скрябин В.А., Схиртладзе А.Г., Зверовщиков А.Е. - М.:КУРС,

НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 320 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1015046>

3. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие / Л.М. Акулович, В.К. Шелег. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2019. — 488 с. : ил. — (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/987418>

Дополнительная литература:

1. Конюх, В. Л. Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие / В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 312 с.: - ISBN 978-5-905554-53-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027253> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Звонов, А.О. Системы автоматизации проектирования в машиностроении : учебное пособие / А.О. Звонов, А.Г. Янишевская ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 122 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493467> (дата обращения: 20.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2372-1. – Текст : электронный.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет-ресурсы:

<http://www.biblioclub.ru/>
<http://www.diss.rsl.ru/>
<http://www.rucont.ru/>
<http://www.znanium.com/>
<http://www.book.ru>
<http://e.lanbook.com/>
<http://www.biblio-online.ru>
[Elibrary](http://www.biblio-online.ru)
<http://ies.unitech-mo.ru/>
<http://unitech-mo.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) приведены в Приложении 2.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения: MSOffice, Solid Works.

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины.

Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:
Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «САПР технологических процессов».

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия:

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран), интерактивной доской Smart Board.

Практические занятия:

учебный класс, оснащенный вычислительной техникой (ПК), программами Power Point;

- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;

- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

Проведение компьютерного тестирования может осуществляться в компьютерном классе университета, а также с использованием возможностей информационно-обучающей среды.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ
«САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

(Приложение 1 к рабочей программе)

Направление подготовки: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Направленность (профиль): Автоматизация производственных процессов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королёв
2023

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся приобретает:		
				Трудовые действия	Необходимые умения	Необходимые знания
1	ПК-4	Способен разрабатывать техническую документацию на основе стандартов для производства и технического обслуживания средств автоматизации и механизации технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, инструкции по эксплуатации, техническому обслуживанию и их ремонту.	Тема 1-8	Способен составлять технически задания на разработку средств автоматизации и механизации, инструкции и по их эксплуатации и ремонту.	Умеет назначать требования к средствам автоматизации и механизации и технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций. Умеет оформлять техническое задание на создание средств автоматизации и механизации и технологических, подъемно-транспортных, погрузочно-разгрузочных операций, инструкции по эксплуатации, техническому обслуживанию и их ремонту.	Знает правила разработки проектной, технической, технологической и эксплуатационной документации и процедуры согласования и утверждения технической документации.
3	ПК-6	Способен разрабатывать проекты по	Тема 1-8	Способен разрабатыв	Умеет рассчитывать	Знает принципы и правила размещения

		внедрению средств автоматизации и механизации технологических операций механосборочного производства		ать планы расположения средств автоматизации и механизации и технологических процессов на участке.	необходимое количество средств автоматизации и механизации и разрабатывать план их размещения.	средств автоматизации и механизации технологических процессов на участке, методы расчета основного, вспомогательного оборудования и рабочих мест для различных типов производств. Знает технологические процессы механосборочного производства
--	--	--	--	--	--	--

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Характеристика уровней освоения компетенции		
Уровни	Содержание	Проявления
<i>Компетенция не сформирована</i>	Результаты обучения свидетельствуют об усвоении обучающимися некоторых, элементарных знаний основных вопросов	Допущенные ошибки и неточности показывают, что обучающиеся не овладели необходимой системой знаний
<i>Базовый</i>	Обучающийся обладает необходимой системой знаний и владеет некоторыми умениями	Обучающийся способен понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практикоориентированных задач
<i>Продвинутый</i>	Обучающийся демонстрирует результаты на уровне осознанного выполнения трудовых действий, владения учебным материалом, учебными умениями и	Обучающийся способен анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практикоориентированных ситуациях

	навыками	
<i>Высокий</i>	Высокий уровень является основой для формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций; соответствующих требованиям федерального государственного образовательного стандарта	Обучающийся способен использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практикоориентированных ситуациях

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-4,ПК-6	Доклад в форме презентации	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</i> • <i>компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</i></p>	<p>Проводится устно с использованием мультимедийных систем, а также с использованием технических средств</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин.</p> <p>Неявка – 0.</p> <p>Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Соответствие представленной презентации заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке доклада и разработке презентации (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной презентации (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематике (1 балл). <p>Максимальная сумма баллов - 5 баллов.</p> <p>Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры –</p>

			для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.
ПК-4,ПК-6	Контрольная работа	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</i> • <i>компетенция освоена на базовом уровне - 3 балла;</i> <p><i>В) не сформирована компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</i></p>	<p>Проводится в форме письменной работы Время, отведенное на процедуру – семестр. Неявка на защиту контрольной работы – 0. Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Соответствие содержания контрольной работы заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной работы (1 балл). 5. Использование специализированного программного обеспечения (1 балл). 6. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). <p>Максимальная сумма баллов - 6 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
ПК-4,ПК-6	Реферат	<p><i>А) полностью сформирована (компетенция, освоена на высоком уровне) - 5 баллов</i></p> <p><i>Б) частично сформирована:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла;</i> • <i>компетенция</i> 	<p>Проводится в письменной форме Критерии оценки:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Соответствие содержания реферата заявленной тематике (1 балл). 2. Качество источников и их количество при подготовке работы (1 балл). 3. Владение информацией и способность отвечать

		<p><i>освоена на базовом уровне - 3 балла; В) не сформирована компетенция не сформирована) - 2 и менее баллов</i></p>	<p>на вопросы аудитории (1 балл). 4. Качество самой представленной работы (1 балл). 5. Оригинальность подхода и всестороннее раскрытие выбранной тематики (1 балл). Максимальная сумма баллов - 5 баллов. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее 1 недели после проведения процедуры – для текущего контроля. Оценка проставляется в электронный журнал.</p>
--	--	---	---

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерная тематика задач

1. Математическое модельное представление элементов технических систем.
2. Компьютерное модельное представление элементов технических систем.
3. Создание трехмерной модели на основе анализа данных двухмерного чертежа.
4. Проектирование измерительного датчика.
5. Использование методов автоматизированного проектирования

Примерная тематика докладов

1. Использование САД-систем для автоматизированного проектирования изделий технических систем.
2. Использование САЕ-систем для проектирования технологических процессов.
3. Использование САМ-систем для проектирования технологических процессов.
4. Использование PLM-систем для проектирования технологических процессов.
5. Использование специализированных расчетных пакетов для анализа и обработки многомерных данных о технологических процессах.

4.1. Типовые задания на тестирование

Тесты используются как в режиме контроля. По форме заданий выбраны закрытые тесты (с выборочным ответом). Каждому вопросу соответствует один вариант ответа. Ниже приведен примерный перечень тестов.

1. Что такое этап реализации?
 - построение выводов по данным, полученным путем имитации;
 - теоретическое применение результатов программирования;
 - практическое применение модели и результатов моделирования.
2. Для чего служит прикладное программное обеспечение?
 - планирования и организации вычислительного процесса в ЭВМ;
 - реализация алгоритмов управления объектом;
 - планирования и организации алгоритмов управления объектом.
3. Тождественная декомпозиция – это операция, в результате которой...
 - любая система превращается в саму себя;
 - средства декомпозиции тождественны;
 - система тождественна.
4. Расчлененная система – это...
 - система, для которой существуют средства программирования;
 - система, разделенная на подсистемы;
 - система, для которой существуют средства декомпозиции.
5. На что не ориентируются при выборе системы управления, состоящей из нескольких элементов?
 - на быстродействие и надежность;
 - на определенное число элементов;
 - на функциональную полноту.
6. Что понимается под программным обеспечением?
 - соответствующим образом организованный набор программ и данных;
 - набор специальных программ для работы САПР;
 - набор специальных программ для моделирования.
7. Параллельная коррекция системы управления позволяет...
 - обеспечить введение интегралов и производных от сигналов ошибки;
 - осуществить интегральные законы регулирования;
 - скорректировать АЧХ системы.
8. Модульность структуры состоит
 - в построении модулей по иерархии;
 - на принципе вложенности с вертикальным управлением;
 - в разбиении программного массива на модули по функциональному признаку.
9. Что понимают под синтезом структуры АСУ?
 - процесс исследования, определяющий место эффективного элемента, как в физическом, так и техническом смысле;
 - процесс перебора вариантов построения взаимосвязей элементов по заданным критериям и эффективности АСУ в целом;

– процесс реализации процедур и программных комплексов для работы АСУ.

10. Результаты имитационного моделирования...

– носят случайный характер, отражают лишь случайные сочетания действующих факторов, складывающихся в процессе моделирования;

– являются неточными и требуют тщательного анализа.

– являются источником информации для построения реального объекта.

11. Структурное подразделение систем осуществляется...

– по правилам моделирования;

– по правилам разбиения;

– по правилам классификации.

12. Какими могут быть средства декомпозиции?

– имитационными;

– материальными и абстрактными;

– реальными и нереальными.

13. Что понимают под классом?

– совокупность объектов, обладающих некоторыми признаками общности;

– последовательное разбиение подсистем в систему;

– последовательное соединение подсистем в систему.

14. Как еще иногда называют имитационное моделирование?

– методом реального моделирования;

– методом машинного эксперимента;

– методом статистического моделирования.

15. Чему при проектировании систем управления уделяется большое внимание?

– сопряжению чувствительного элемента системы с ее вычислительными средствами;

– быстродействию и надежности;

– массогабаритным показателям и мощности.

16. За счет чего достигается подобие физического реального явления и модели?

– за счет соответствия физического реального явления и модели;

– за счет равенства значений критериев подобности;

– за счет равенства экспериментальных данных с теоретическими подобными.

17. Для чего производится коррекция системы управления?

– для обеспечения заданных показателей качества процесса управления;

– для увеличения производительности системы;

– для управления объектом по определенному закону.

18. Что осуществляется на этапе интерпретации результатов?

– процесс имитации с получением необходимых данных;

– практическое применение модели и результатов моделирования;

– построение выводов по данным, полученным путем имитации.

19. Из чего состоит программное обеспечение систем управления?

- из системного и прикладного программного обеспечения;
- из системного и информационного программного обеспечения;
- из математического и прикладного программного обеспечения.

20. На чем основано процедурное программирование?

- на применении универсальных модулей;
- на применении унифицированных процедур;
- на применении унифицированных сложных программ, которые объединяются по иерархическому принципу.

21. Что понимают под структурой АСУ?

- организованную совокупность ее элементов;
- совокупность процедур программных комплексов для реализации АСУ;
- взаимосвязь, определяющую место элемента, как в физическом, так и в техническом смысле.

22. Что осуществляется на этапе подготовки данных?

- описание модели на языке, приемлемом для используемой ЭВМ;
- определение границ характеристик системы, ограничений и измерителей показателей эффективности;
- происходит отбор данных, необходимых для построения модели, и представления их в соответствующей форме.

23. Если неизменяемая часть системы содержит слабо демпфированные или консервативные звенья, то могут быть использованы корректирующие устройства, создающие...

- отрицательный фазовый сдвиг без изменения амплитудной характеристики;
- изменение амплитудной характеристики;
- опережение по фазе.

24. Последовательная коррекция системы управления позволяет...

- ввести в закон управления составляющие;
- скорректировать АЧХ системы;
- осуществить интегральные законы регулирования.

25. Для чего служит системное программное обеспечение?

- для реализации алгоритмов организации вычислительного процесса в ЭВМ;
- для планирования и организации вычислительного процесса в ЭВМ;
- для реализации алгоритмов управления объектом.

26. При математическом моделировании в качестве объекта моделирования выступают...

- графики переходного процесса, описывающие объект по уравнениям;
- исходные уравнения, представляющие математическую модель объекта;
- процессы, протекающие в математической модели.

27. Что осуществляется на этапе экспериментирования?

- построение выводов по данным, полученным путем имитации;
- практическое применение модели и результатов моделирования;

– процесс имитации с получением необходимых данных.

28. При проектировании систем управления решающее значение имеет...

– массогабаритные показатели и мощность;

– рациональный выбор чувствительных элементов или датчиков этих систем;

– результат математического моделирования этих систем.

29. Что такое классификация систем автоматизированного проектирования?

– разбиение некоторой совокупности объекта на классы по наиболее существенным признакам;

– разбиение объектов на классы;

– деление автоматических систем на классы.

30. Что такое физическое моделирование?

– метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на математических моделях;

– метод экспериментального изучения различных физических явлений, основанный на их физическом подобии;

– метод математического изучения различных физических явлений, основанный на их математическом подобии.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Формой контроля знаний по дисциплине являются две текущие аттестации в виде тестов и одна промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой в письменной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оценивающих знания, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
в соответствии с графиком учебного процесса	Тестирование	ПК-4, ПК-6	25 вопросов	Компьютерное тестирование ; время отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо – от 61%. Отлично – от 81%.

в соответствии с графиком учебного процесса	Тестирование	ПК-4, ПК-6	25 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка -0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо – от 61%. Отлично – от 81%. Максимальная оценка – 5 баллов.
в соответствии с графиком учебного процесса	Зачет с оценкой	ПК-4, ПК-6	2 вопроса, 1 практическое задание	Зачет с оценкой проводятся в письменной форме, путем ответа на вопросы и решения практического задания. Время отведенное на процедуру – 0,25 часа на студента.	Результаты предоставляются в день проведения зачета с оценкой	Критерии оценки: «Отлично»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответ на вопросы билета. «Хорошо»: • знание основных понятий предмета; • умение использовать и применять полученные знания на практике; • работа на практических занятиях; • знание основных научных теорий, изучаемых предметов; • ответы на вопросы билета • с ошибкой решено практическое задание «Удовлетворительно»: • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; «Неудовлетворительно»: • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике;

				<ul style="list-style-type: none"> • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	---

4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачет с оценкой

1. Постановка задачи автоматизации проектирования технологических процессов.
2. Системный подход к проектированию технологических процессов.
3. Структуризация процесса проектирования технологических процессов.
4. Типизация и унификация проектных решений и средств проектирования технологических процессов.
5. Классификация САПР. Знакомство с интерфейсом САПР Solid Works и построение первой детали.
6. Классификация технических средств автоматизации и управления, участвующих в технологических процессах.
7. Технические, программно-технические и общесистемные средства автоматизации.
8. Автоматизированное проектирование исполнительных механизмов и устройств технологических процессов в среде Solid Works.
9. Конструкторско-технологическая документация на исполнительные механизмы и устройства, участвующие в технологических процессах.
10. Процедуры анализа, моделирования, оптимизации проектных решений в САЕ-системах.
11. Функции CALS-технологий.
12. Функции АСУП (ERP-систем).
13. Функции SCADA-систем.
14. Функции систем управления документами и документооборотом.
15. Функциональный состав интегрированных САПР. Интерфейсы, языки, форматы межпрограммных обменов САПР. Структурный состав интегрированных САПР.
16. Единство методики проектирования изделий. Единство структуры однотипных изделий.
17. Комплексность принятия решений. Общность принятия проектных решений. Принятие типовых проектных решений.
18. Многоуровневость (многостадийность) проектных решений. Комплексность современного производства.
19. Инженерно-конструкторское проектирование в специальном машиностроении.
20. Комплекс государственных стандартов, устанавливающих порядок разработки, оформления и обращения конструкторской документации. Распределение стандартов ЕСКД по классификационным группам (ГОСТ).

21. Виды изделий и конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.
22. Классификация конструкторских документов. Стадии разработки конструкторской документации.
23. Автоматизация ведения конструкторской документации.
24. Законы (правила), на которых строится проектирование технологических процессов, позволяющее избежать ошибок при проектировании.
25. Методика проектирования технологических процессов механической обработки деталей.
26. Процесс проектирования технологических процессов механической обработки деталей.
27. Единая система технологической подготовки производства ЕСТПП. Установление системы организации и управления процессом технологической подготовки производства. Состав классификационных групп стандартов ЕСТПП.
28. Основные этапы проектирования технологических процессов механической обработки деталей.
29. Технологические схемы сборки сложных технических устройств. Схемы и ступени сборки устройств технических систем. Последовательность операций при технологическом процессе сборки.
30. Схемы сборки в соответствии с требованиями ЕСКД.
31. Отработка (проверка изделия) на точность геометрических параметров и осуществление анализа характеристик изделия при изменении некоторых его параметров в процессе сборки.
32. Разработка подходов к автоматизации проектирования технологических процессов сборки с применением технологий трехмерного моделирования.
33. Визуально-наглядные инструкции сборки.
34. 2D-образы. 3D-образы. Двухмерное и трехмерное моделирование.
35. Анализ и обработка информации в средах N-мерного моделирования при проектировании технологических процессов. 4D, 5D, 6D проектирование.
36. Средства технологий N-мерного моделирования.
37. Диаграммы Ганта.
38. Средства аддитивных технологий.
39. Анализ информационного обеспечения для процессов подготовки изделий сложных технических систем.
- 40. Роль технологий N-мерного моделирования в организации технологических процессов и управлении ими.**
Итоговое начисление баллов по дисциплине осуществляется в соответствии с разработанной и внедренной балльно-рейтинговой системой контроля и оценивания уровня знаний и внеучебной созидательной активности обучающихся.

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ***

КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

«САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

(Приложение 2 к рабочей программе)

Направление подготовки: 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»

Направленность (профиль): Автоматизация производственных процессов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Королёв
2023

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов к практическому использованию систем автоматизированного проектирования технологических процессов.

Задачами изучения дисциплины являются:

- Ознакомление студентов с современными техническими средствами САПР, автоматизированными рабочими местами, автоматизированными проектными бюро и методами их использования;
- обучение использованию современных программных средств для проектирования технологической документации;

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие 1

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Тема и содержание практического занятия: **Создание детали и анализ ее параметров в среде Solid Works/**

Образовательные технологии: традиционная технология

Автоматизированное проектирование технологических процессов подготовки изделий с помощью САД-систем. Создание нового документа детали. Создание элемента основания. Добавление элемента – бобышка. Создание выреза. Добавление скруглений. Добавление оболочки. Редактирование элементов. Завершенная деталь. Анализ редактируемых параметров детали.

Продолжительность занятия 4/- часа.

Практическое занятие 2

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Создание чертежа детали и анализ ее проекций в среде Solid Works**

Создание основания, бобышки и вырезов для эскизов. Добавление скруглений для сглаживания кромок. Создание кругового массива. Добавление чертежных видов. Добавление на чертеж осевых линий, указателей центра и размеров. Анализ редактируемых параметров детали.

Продолжительность занятия 4/- часа.

Практическое занятие 3

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Отображение графических данных в виде чертежа в среде Solid Works.**

Открытие основной надписи чертежа и редактирование основной надписи. Вставка стандартных видов модели детали. Добавление примечаний модели

и справочных примечаний. Добавление еще одного листа чертежа. Вставка именованного вида. Печать чертежа.

Продолжительность занятия 4/- часа.

Практическое занятие 4

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Анализ компонентов детали в сборке в среде Solid Works**

Добавление детали в сборку. Перемещение и вращение компонентов в сборке. Создание состояний отображения в сборке. Анализ состояний отображения в сборке.

Продолжительность занятия 4/- часа.

Практическое занятие 5

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Анализ компонентов сложных сборок в среде Solid Works**

Сложные технические изделия. Сложные сборки. Анализ параметров изделий с электрическими обмотками. Конвертирование изделия из среды моделирования в специализированный расчетный пакет для анализа и расчета технических характеристик.

Продолжительность занятия 4/- часа.

Практическое занятие 6

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Построение корпусов и чертежей датчиков-преобразующей аппаратуры в среде Solid Works**

Конструкторская документация. Схемы сборки. Сложные сборки. Требования к чертежам.

Продолжительность занятия 4/- часа.

Практическое занятие 7

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Анализ данных и обработка изображений в двух САД-программах**

Импорт в SolidWorks существующего двухмерного проекта, созданного в программе AutoCAD. Создание трехмерной модели на основе анализа данных двухмерного чертежа. Редактирование размеров и схемы размещения.

Продолжительность занятия 4/- часа.

Практическое занятие 8

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Построение структур многомерных систем управления технологическим процессом**

Структура типичной одномерной системы управления на примере управления скоростью вращения электродвигателя. Многомерная структура системы управления скоростью двигателя. Многомерная структура установки, которая реализует процесс обработки гибких материалов. Типичная кинематическая схема промышленного робота для манипулирования и транспортирования предметов.

Продолжительность занятия 2/- часа.

Практическое занятие 9

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: традиционная технология

Тема и содержание практического занятия: **Построение матриц многомерных систем управления технологическими процессами. Операции с матрицами**

Суммирующие элементы, матричные звенья и точки ветвления матричной структурной схемы. Переход от матричных уравнений к скалярным уравнениям. Структурная схема управления технологическим процессом, представленная на основании системы операторных уравнений.

Продолжительность занятия 2/- часа.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1. Назначение и проблемы проектирования технических средств и систем управления (ССУ)	Подготовка докладов по темам: 1. Проблемы проектирования технических устройств 2. Проведение предпроектного обследования при проектировании сложных технических устройств.
2.	Тема 2. Технические средства автоматизации	Подготовка докладов по темам: 1. Технические средства агрегатирования 2. Агрегатирование в локальных вычислительных сетях технических систем.
3	Тема 3 «Функции CAE/CAD/CAM-систем»	Подготовка докладов по темам: 1. CAE-системы, назначение,

	в рамках информационной поддержки производства ССУ Состав интегрированных САПР»	состав, характеристики 2. САД-системы, назначение, состав, характеристики 3. САМ-системы, назначение, состав, характеристики
4.	Тема 4. Модели и методы анализа ССУ при автоматизации этапа проектирования	Подготовка рефератов по темам: 1. Разработка специального математического обеспечения для автоматизированного проектирования. 2. Разработка специального алгоритмического обеспечения технических систем автоматизации и управления
5.	Тема 5. Методы автоматизированного проектирования. Методы синтеза ССУ	Подготовка докладов по темам: 1. Методы анализа объектов технических систем. 2. Методы синтеза объектов технических систем. 3. Методы структурно-параметрической идентификации объектов технических систем.
6.	Тема 6. Алгоритмы автоматизации конструкторского проектирования ССУ	Подготовка докладов по темам: 1. Основные направления развития автоматизации разработки конструкторской документации. 2. Проблемы автоматизации технологических процессов
7.	Тема 7. Автоматизация испытаний ССУ	Подготовка докладов по темам: 1. Программные средства для автоматизации испытаний ССУ 2. Аппаратные средства для автоматизации испытаний ССУ
8.	Тема 8. Технологии N-мерного моделирования ССУ	Подготовка докладов по темам: 1. Проблемы технологий N-мерного моделирования 2. Технологии N-мерного моделирования в ракетно-космических комплексах

5. Указания по проведению контрольных работ для обучающихся очной формы обучения

5.1. Требования к структуре

Структура контрольной работы должна способствовать раскрытию темы: иметь титульный лист, содержание, введение, основную часть, заключение, список литературы.

5.2. Требования к содержанию (основной части)

1. Во введении обосновывается актуальность темы, определяется цель работы, задачи и методы исследования.

2. При определении целей и задач исследования необходимо правильно их формулировать. Так, в качестве цели не следует употреблять глагол «сделать». Правильно будет использовать глаголы: «раскрыть», «определить», «установить», «показать», «выявить» и т.д.

3. Основная часть работы включает ответ на вопрос по варианту, который содержит решение задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Необходима иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами, результатами трехмерного моделирования и т.п.), аналитическими зависимостями (формулами).

5. Необходимо давать ссылки на используемую Вами литературу.

6. Заключение должно содержать сделанные автором работы выводы, итоги исследования.

7. Вслед за заключением идет список литературы, который должен быть составлен в соответствии с установленными требованиями. Если в работе имеются приложения, они оформляются на отдельных листах, и должны быть соответственно пронумерованы.

8. Автор работы выступает с презентацией и устным докладом, которые отражают содержание контрольной работы.

5.3. Требования к оформлению

Объём контрольной работы – 4...10 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman 14, красная строка 1,25).

Тематика контрольных работ

- 1) Технологический процесс изготовления детали.
- 2) Расчет и выбор заготовок, в том числе заготовок из проката, поковок, штамповок, литья, а также заготовок, полученных сваркой.
- 3) Проектирование маршрутной технологии, выбор способов обработки и соответствующего технологического оборудования, типов приспособлений.

4) Проектирование операций и переходов, определение последовательностей переходов внутри операций, расчет припусков на обработку деталей.

5) Определение режимов резания, проверка требуемой и наличной мощности, оптимизация режимов по критерию максимума производительности либо минимума себестоимости.

6) Техническое нормирование переходов, операций и технологического процесса в целом, включая определение основного, вспомогательного и штучного технологического времени.

7) Оформление технологической документации согласно требованиям действующих стандартов и вывод этой документации в читабельной форме на печать или видеотерминалы.

8) Создание и сопровождение технологической информационной базы технологического оборудования, выполнение операций ввода и адресации данных, просмотр и корректировка этой информационной базы, выполнение ряда сервисных функций.

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Белов, П.С. САПР технологических процессов: курс лекций : учебное издание / П.С. Белов, О.Г. Драгина. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2019. - 151 с. : ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4499-0074-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=560692> (11.07.2019).

2. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учебник / Скрябин В.А., Схиртладзе А.Г., Зверовщиков А.Е. - М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 320 с. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/1015046>

3. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении : учеб.пособие / Л.М. Акулович, В.К. Шелег. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2019. — 488 с. : ил. — (Высшее образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/987418>

Дополнительная литература:

1. Конюх, В. Л. Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие / В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 312 с.: - ISBN 978-5-905554-53-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1027253> (дата обращения: 20.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Звонов, А.О. Системы автоматизации проектирования в машиностроении : учебное пособие / А.О. Звонов, А.Г. Янишевская ; Минобрнауки России, Омский государственный технический университет. – Омск : Омский государственный технический университет (ОмГТУ), 2017. – 122 с. : табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493467> (дата обращения:

20.10.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8149-2372-1. – Текст :
электронный.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Интернет-ресурсы:

<http://www.biblioclub.ru/>

<http://www.diss.rsl.ru/>

<http://www.rucont.ru/>

<http://www.znaniium.com/>

<http://www.book.ru>

<http://e.lanbook.com/>

<http://www.biblio-online.ru>

[Elibrary](#)

<http://ies.unitech-mo.ru/>

<http://unitech-mo.ru/>

8. Перечень информационных технологий

Перечень программного обеспечения: MSOffice, Solid Works.

Информационные справочные системы: не предусмотрено курсом данной дисциплины.

Ресурсы информационно-образовательной среды Университета:

Рабочая программа и методическое обеспечение по дисциплине «САПР технологических процессов».