



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 РАКЕТНОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ (КБ Химмаш, базовая кафедра)**

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

Специальность: 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

Специализация №21: Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

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: д.т.н. Агеенко Ю.И. Рабочая программа дисциплины: «Моделирование технологических процессов» – Королев МО: «Технологический университет», 2023.

Рецензент: к.т.н. Смирнов И.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов» 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)	Смирнов И.А. к.т.н. 				
Год утверждения (перутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 9 от 28.03.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

Рабочая программа согласована:

Руководитель ОПОП ВО  Мороз А.П., д.т.н., с.н.с.

Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:

Год утверждения (перутверждения)	2023	2024	2025	2026	2027
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 5 от 11.04.2023г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.	№ __ от __. __.20__ г.

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

Целью изучения дисциплины «Моделирование технологических процессов» является подготовка студентов к практическому использованию систем автоматизированного проектирования для моделирования технологических процессов.

В процессе обучения обучающийся приобретает и совершенствует следующие компетенции:

Профессиональные компетенции:

- ПК-6. Способность разработки технологических процессов сборки и испытаний агрегатов и систем с применением средств автоматизированного проектирования;

- ПК-7. Способность внедрять в производство технологические процессы сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ

- ПК-8. Способность Осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ;

- ПК-9. Способность оформлять ТД в целях обеспечения производственного участка оснащением для сборочных, сварочных, механических работ, неразрушающих методов контроля, инструментом, вспомогательными и расходными материалами;

Основными задачами дисциплины являются:

1. Ознакомление студентов с современными техническими средствами САПР, автоматизированными рабочими местами, автоматизированными проектными бюро и методами их использования;

2. Обучение использованию современных программных средств для моделирования технологических процессов.

Показатель освоения компетенции отражают следующие индикаторы:

Необходимые знания:

Знать: конструкцию изделия РКТ.

Знать: технические требования к КД, НД организации в части отработки КД на технологичность, по внедрению и аттестации технологических процессов.

Знать современные технологии сборки и испытаний агрегатов и изделий РКТ.

Знать: условия поставки комплектующих деталей и сборочных единиц.

Знать: нормативные и методические документы по обеспечению промышленной чистоты.

Знать: порядок проведения проверки технологической дисциплины.

Знать: нормативные и методические документы по порядку оформления ПКД.

Необходимые умения:

Уметь читать конструкторскую документацию.

Уметь работать с программными средствами общего и специального назначения.

Уметь оформлять акты внедрения технологического процесса сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ.

Уметь осуществлять контроль соблюдения рабочими технологической дисциплины на рабочем месте.

Уметь составлять докладные записки на имя начальника службы технического контроля и начальника подразделения.

Уметь разрабатывать и оформлять производственно-контрольную документацию (ПКД) на сборку, выполнение монтажей и проведения испытаний изделий и агрегатов РКТ.

Трудовые действия:

Оформлять технологическую документацию.

Владеть отработкой конструкции изделий на технологичность с оформлением карт отработки.

Производить расчет потребного количества вспомогательного и расходного материала.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Моделирование технологических процессов» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока 1 основной профессиональной образовательной программы подготовки по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов».

При очной форме обучения дисциплина реализуется на 4-ом курсе в 7-ом семестре кафедрой «Ракетных двигателей (КБ Химмаш, базовая кафедра)».

При очно-заочной форме обучения дисциплина реализуется на 4-ом курсе в 8-ом семестре кафедрой «Ракетных двигателей (КБ Химмаш, базовая кафедра)».

Изучение дисциплины «Моделирование технологических процессов» базируется на ранее полученных знаниях, приобретенных в процессе изучения дисциплин: «Механика жидкости и газа», «Основы устройства ракет и КА», «Строительная механика ракет», «Системы управления космическими аппаратами» и ранее частично изученных компетенциях ПК-2, ПК-6; ПК-8; ПК-9; ПК-7, ОПК-1, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-7.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины «Моделирование технологических процессов», является базовыми при изучении дисциплин: «Расчет, конструкция и проектирование ракетных двигателей»,

«Системы обеспечения теплового режима», «Основы технологии производства машин и оборудования» и при подготовке выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость освоения дисциплины для обучающихся очной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для обучающихся очно-заочной формы обучения составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

Текущий контроль знаний – тестирование, итоговый контроль знаний – зачет с оценкой.

Таблица 1

Виды занятий	Всего часов	Семестр 7	Семестр 8	Семестр ...	Семестр ...
Общая трудоемкость	108	108	108		
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	32	32			
Лекции (Л)	16	16			
Практические занятия (ПЗ)	16	16			
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	76	76			
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+	+			
Текущий контроль знаний	Тест	+			
Вид итогового контроля	Экзамен/зачет	Зачет с оценкой			
ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ					
Аудиторные занятия	24		24		
Лекции (Л)	12		12		
Практические занятия (ПЗ)	12		12		
Лабораторные работы (ЛР)					
Практическая подготовка					
Самостоятельная работа	84		84		
Курсовые работы (проекты)					
Расчетно-графические работы					
Контрольная работа	+		+		
Вид итогового контроля	Экзамен/зачет		Зачет с оценкой		

4. Содержание дисциплины

4.1. Темы дисциплины и виды занятий

Таблица 2

Наименование тем	Лекции, час. Очное /очно-заочное	Практические занятия, час. Очное /очно-заочное	Занятия в интерактивной форме, час. Очное /очно-заочное	Практическая подготовка, час. Очное /очно-заочное	Код компетенций
Тема 1. Назначение средств проектирования и моделирования технологических процессов	3/2	3/2	1/1	-/-	ПК-6
Тема 2. Классификация технических средств, участвующих в технологических процессах	2/2	2/2	1/1	-/-	ПК-6 ПК-7
Тема 3. Автоматизированное моделирование технологических процессов с помощью CAE/CAD/CAM-систем	3/2	3/2	1/1	-/-	ПК-6 ПК-7 ПК-8
Тема 4. Основные принципы инженерно-конструкторского моделирования технологических процессов	2/2	2/2	2/2	-/-	ПК-7 ПК-8 ПК-9
Тема 5. Технологические процессы с использованием трехмерных компьютерных моделей	3/2	3/2	2/2	-/-	ПК-8 ПК-9
Тема 6. N-мерное моделирование технологических процессов	3/2	3/2	1/1	-/-	ПК-6 ПК-7 ПК-8 ПК-9
Итого	16/12	16/12	8/8	-/-	

4.2. Содержание тем дисциплины

Тема 1. Назначение средств проектирования и моделирования технологических процессов

Предмет и задачи дисциплины. Постановка задачи автоматизации моделирования 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 модели.

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 моделирование технологических процессов в среде Solid Works. Конструкторско-технологическая документация на исполнительные механизмы и устройства, участвующие в технологических процессах. Построение модели в среде Solid Works.

Тема 3. Автоматизированное моделирование 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 моделирования технологических процессов

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

Тема 5. Технологические процессы 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 6. 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 «Моделирование технологических процессов» приведена в Приложении 1.

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

Основная литература:

1. Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / О.В. Шишов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 397 с.: 60x90 1/16 + CD-ROM. - (Высшее образование). (переплет, cd rom) ISBN 978-5-16-005130-7

<http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=242497>

2. Современные технологии и технические средства информатизации: Учебник / О.В. Шишов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 462 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005369-1

<http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=263337>

3. Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В. Математическое обеспечение САПР, "Лань", 2015, 464 с., ISBN 978-5-8114-1573-1 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42191

Дополнительная литература:

1. [Конюх В.Л.](#) Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие / В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 312 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-53-7. Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php?bookinfo=449810>.

2. [Аверченков В. И.](#), Казаков Ю. М., Автоматизация проектирования технологических процессов: учебное пособие для вузов "Флинта", 2011 ISBN 978-5-9765-1265-8. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93235&sr=1>

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

1. www.toroid.ru/sherbinaUV.html Щербина Ю. В. Технические средства автоматизации и управления (Учебное пособие)
2. sau.tti.sfedu.ru > [Студенту](#) > [Библиотека](#)

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:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета:
 - <http://biblioclub.ru/index.php> - библиоклуб (университетская библиотека);
 - <http://www.znanium.com> - электронно-библиотечная система Znanium.com!;
 - <http://e.lanbook.com> -электронно-библиотечная система издательства «Лань»;
 - <http://www.rucont.ru/> -Национальный цифровой ресурс Руконт - межотраслевая электронная библиотека (ЭБС);

2. Информационные справочные системы.

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);
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет.

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной
аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

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

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ (КБ Химмаш, базовая кафедра)**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»

Направление подготовки: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация: №21 «Производство и технологическая отработка изделий ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

**Королев
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-6	Способность разработки технологических процессов сборки и испытаний агрегатов и систем с применением средств автоматизированного проектирования	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4 Тема 5 Тема 6	Оформлять технологическую документацию	Уметь читать конструкторскую документацию уметь работать с программными средствами общего и специального назначения.	Знать: Конструкция изделия РКТ
2	ПК-7	Способность внедрять в производство технологические процессы сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ	Тема 1 Тема 2 Тема 3 Тема 4	Проведение экспериментальных и опытных работ по внедрению технологических процессов сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ, оснастки, оборудования в составе комиссии. Владеть отработкой конструкции изделий на технологичность с оформлением карт	Уметь оформлять акты внедрения технологического процесса сборки и испытаний изделий и агрегатов РКТ. Уметь формулировать вопросы и заносить их в журнал конструктивных замечаний.	Знать: технические требования к КД. НД организации в части отработки КД на технологичность, по внедрению и аттестации технологических процессов. знать современные технологии сборки и испытаний агрегатов и изделий РКТ

				отработки.		
3	ПК-8	Способность Осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ	Тема 2 Тема 5 Тема 6	осуществлять контроль соблюдения рабочими технологической дисциплины на рабочем месте.	Уметь составлять докладные записки на имя начальника службы технического контроля и начальника подразделения. уметь отражать выявленные замечания в журнале контроля технологической дисциплины	Способность Осуществления контроля соблюдения технологической дисциплины на рабочих местах при выполнении процессов сборки и испытаний РКТ Знать: условия поставки комплектующих деталей и сборочных единиц. Нормативные и методические документы по обеспечению промышленной чистоты. знать порядок проведения проверки технологической дисциплины.
4	ПК-9	Способен оформлять ТД в целях обеспечения производственного участка оснащением для сборочных, сварочных, механических работ, неразрушающих методов контроля, инструментом, вспомогательными и	Тема 4 Тема 5 Тема 6	Производить расчет потребного количества вспомогательного и расходного материала.	уметь разрабатывать и оформлять производственно-контрольную документацию. (ПКД) на сборку, выполнение монтажей и проведения испытаний <u>изделий и агрегатов</u>	Знать: Нормативные и методические документы по порядку оформления ПКД Знать порядок оформления ВО и ТЗ на технологическое оснащение и специальный инструмент

		расходными материалами			РКТ.	
--	--	------------------------	--	--	------	--

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

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Этапы и показатель оценивания компетенции	Критерии оценки и шкалы
ПК-9 ПК-8 ПК-7 ПК-6	Выступление с докладом на практическом занятии, на конференции кафедры, на конференции института	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) - 5 баллов Б) частично сформирована: • компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов	1. Проводится в форме выступления с докладом и презентацией 2. Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1. Соответствие доклада заявленной тематике (0-5 баллов). 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.
ПК-9 ПК-8 ПК-7 ПК-6	Анализ среды разработки для автоматизированного проектирования элементов изделий	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5-6 баллов Б) частично сформирована: • компетенция освоена на продвинутом уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов	Проводится в письменной форме Критерии оценки: 1. Задание сделано (5 баллов). 2. Задание сделано с небольшой ошибкой (4 балла). 3. Задание выполнено не до конца (3 балла). 4. Задание не выполнено (2 балла). 5. Оригинальность подхода к выполнению задания, использование дополнительных средств моделирования (+1 балл к 5 баллам). 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.
ПК-9 ПК-8 ПК-7 ПК-6	Решение задачи	А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 5-6 баллов Б) частично сформирована: • компетенция освоена на продвинутом	Проводится письменно с использованием технических средств для расчета и моделирования. Время, отведенное на процедуру – 10 - 15 мин. Неявка – 0. Критерии оценки: 1. Задача решена (5 баллов). 2. Задача решена с ошибкой (4 балла). 3. Решение задачи не закончено (3 балла). 4. Задача не решена (2 балла).

		уровне - 4 балла; • компетенция освоена на базовом уровне — 3 балла; В) не сформирована (компетенция не сформирована.) - 2 и менее баллов	5. Оригинальность подхода к решению задачи (+1 балл к 5 баллам). 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.
--	--	---	---

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

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. Моделирование узлов и агрегатов ракетно-космической техники.
5. Разработка визуальной инструкции по осуществлению технологического процесса.

Тематика докладов

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

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) Моделирование маршрутной технологии, выбор способов обработки и соответствующего технологического оборудования, типов приспособлений.
- 4) Моделирование 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.

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 окончательная 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
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Тестирование	ПК-7 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%.
<i>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</i>	Тестирование	ПК-9 ПК-8	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.

<p>Проводится в сроки, установленные графиком учебного процесса</p>	<p>Зачет с оценкой</p>	<p>ПК-9 ПК-8 ПК-7 ПК-6</p>	<p>2 вопроса, 1 практическое задание</p>	<p>Экзамен проводится в письменной форме, путем ответа на вопросы и решения практического задания. Время, отведенное на процедуру – 0,35 часа на студента.</p>	<p>Результаты предоставляются в день проведения экзамена</p>	<p>Критерии оценки:</p> <p>«Отлично»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>«Хорошо»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>• с ошибкой решено практическое задание</p> <p>«Удовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин; • незнание неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; <p>«Неудовлетворительно»:</p> <ul style="list-style-type: none"> • демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;
---	------------------------	--	--	--	--	--

						<ul style="list-style-type: none"> • незнание основных понятий предмета; • неумение использовать и применять полученные знания на практике; • не работал на практических занятиях; • не отвечает на вопросы.
--	--	--	--	--	--	--

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.

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. Тожественная 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 быстроедействие 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 представлении 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.

4.2. Типовые вопросы, выносимые на зачет с оценкой

1. Постановка задачи автоматизации моделирования технологических процессов.
2. Системный подход к моделированию технологических процессов.
3. Структуризация процесса моделирования технологических процессов.
4. Типизация и унификация проектных решений и средств моделирования 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 моделирования технологических процессов. 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 моделирование 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 моделирование технологических процессов, позволяющее избежать ошибок при проектировании.
25. Методика моделирования технологических процессов механической обработки деталей.
26. Процесс моделирования 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 моделирования 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 моделирования 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.

Приложение 2

**Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
(модуля)**

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

**КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ РАКЕТНОГО
ДВИГАТЕЛЕСТРОЕНИЯ (КБ Химмаш, базовая кафедра)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
«МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ»**

Направление подготовки: 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов»

Специализация: №21 «Производство и технологическая обработка изделий ракетно-космической техники»

Уровень высшего образования: специалитет

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная, очно-заочная

**Королёв
2023**

1. Общие положения

Целью изучения дисциплины «Моделирование технологических процессов» является подготовка студентов к практическому использованию систем автоматизированного проектирования для моделирования технологических процессов.

Основными задачами 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 моделирования технологических процессов.

2. Указания по проведению практических (семинарских) занятий

Практическое занятие 1

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Тема: Создание модели технологического процесса подготовки изделия в среде Solid Works.

Цель работы: создать модель технологического процесса подготовки изделия в среде solid works.

Продолжительность занятия 3/2 часа.

Практическое занятие 2

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Тема: Моделирование технологического процесса сложных сборок в среде Solid Works.

Цель работы: смоделировать технологический процесс сложных сборок в среде Solid Works

Продолжительность занятия 2/2 часа.

Практическое занятие 3

Вид практического занятия: компьютерное моделирование.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

Тема и содержание практического занятия: Тема: Построение технологического процесса создания корпусов и схем датчиков-преобразующей аппаратуры в среде Solid Works.

Цель работы: сделать построение технологического процесса создания корпусов и схем датчиков-преобразующей аппаратуры в среде Solid Works

Продолжительность занятия 3/2 часа.

Практическое занятие 4

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

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

Цель работы: сделать анализ данных и обработку изображений в двух САД-программах.

Продолжительность занятия 2/2 часа.

Практическое занятие 5

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

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

Цель работы: построить структуру многомерных систем управления технологическим процессом.

Продолжительность занятия 3/2 часа.

Практическое занятие 6

Вид практического занятия: практическая работа в группах.

Образовательные технологии: самостоятельное решение и групповое обсуждение результатов.

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

Цель работы: построить матрицу многомерных систем управления технологическими процессами.

Продолжительность занятия 3/2 часа.

3. Указания по проведению лабораторного практикума

Не предусмотрено учебным планом.

4. Указания по проведению самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование блока (раздела) дисциплины	Виды СРС
1.	Тема 1.	Подготовка докладов по темам:

	Назначение средств и проблемы моделирования технологических процессов	1. Проблемы моделирования технических устройств и технологических процессов 2. <u>Проведение предпроектного обследования при моделировании сложных технических устройств.</u>
2.	Тема 2. Классификация технических средств, участвующих в технологических процессах	Подготовка докладов по темам: 1. Технические средства для моделирования технологических процессов 2. Агрегатирование сложных технических систем для упрощения технологического процесса при создании ракетно-космических комплексов.
3	Тема 3 Автоматизированное моделирование технологических процессов с помощью САЕ/CAD/CAM-систем	Подготовка докладов по темам: 1. САЕ-системы, назначение, состав, характеристики 2. CAD-системы, назначение, состав, характеристики 3. САМ-системы, назначение, состав, характеристики
4.	Тема 4. Основные принципы инженерно-конструкторского моделирования технологических процессов	Подготовка рефератов по темам: 1. Разработка специального математического обеспечения для автоматизированного моделирования. 2. Разработка специального алгоритмического обеспечения технических систем автоматизации и управления для моделирования
5.	Тема 5. Технологические процессы с использованием трехмерных компьютерных моделей	Подготовка докладов по темам: 1. Программные средства для создания трехмерных компьютерных моделей 2. Технологические процессы сборки в программной среде для изделий РКТ
6.	Тема 6. N-мерное моделирование технологических процессов	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 студентов очной, очно-заочной 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 2...4 вопроса, каждый из которых посвящается решению задач, сформулированных во введении, и заканчивается констатацией итогов.

4. Приветствуется иллюстрация содержания работы таблицами, графическим материалом (рисунками, схемами и т. п.).

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.

5.3. Требования к оформлению.

Объем контрольной работы – 10...15 страниц формата А 4, напечатанного с одной стороны текста (1,5 интервал, шрифт Times New Roman, размер 14).

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература:

1. Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / О.В. Шишов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 397 с.: 60x90 1/16 + CD-ROM. - (Высшее образование). (переплет, cd rom) ISBN 978-5-16-005130-7

<http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=242497>

2. Современные технологии и технические средства информатизации: Учебник / О.В. Шишов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 462 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-005369-1

<http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=263337>

3. Муромцев Д.Ю., Тюрин И.В. Математическое обеспечение САПР, "Лань", 2015, 464 с., ISBN 978-5-8114-1573-1 http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42191

Дополнительная литература:

1. [Конюх В.Л.](#) Проектирование автоматизированных систем производства: Учебное пособие / В.Л. Конюх. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 312 с.: 60x90 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-53-7. Режим доступа: <http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=449810>.

2. Конюх В.Л., Проектирование автоматизированных систем производства "Курс", 2015 ISBN 978-5-905554-53-7. <http://www.znaniium.com/catalog.php?bookinfo=449810>

3. [Аверченков В. И.](#), Казаков Ю. М., Автоматизация проектирования технологических процессов: учебное пособие для вузов "Флинта", 2011 ISBN 978-5-9765-1265-8. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93235&sr=1>

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. www.toroid.ru/sherbinaUV.html Щербина Ю. В. Технические средства автоматизации и управления (Учебное пособие)
2. sau.tti.sfedu.ru > [Студенту](#) > [Библиотека](#)

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

Перечень программного обеспечения: MSOffice, Solid Works.

Информационные справочные системы:

1. Электронные ресурсы образовательной среды Университета.
2. Информационные справочные системы.