

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 09 » декабря 20 19 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Компьютерное моделирование в конструкторско-технологической  
подготовке производства

(наименование)

**Форма обучения:** очная

(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура

(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 216 (6)

(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 27.04.04 Управление в технических системах

(код и наименование направления)

**Направленность:** Инновационное развитие предприятий оборонно-  
промышленного комплекса

(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для использования PLM-технологий и технологий компьютерного моделирования при управлении жизненным циклом продукции, использования технологий цифрового моделирования для решения задач конструкторской и технологической подготовки производства. Сформировать компетенции по использованию средств компьютерного моделирования в процессе проектирования новых изделий.

- изучение роли места компьютерного моделирования в управлении жизненным циклом продукции и использовании PLM-технологий; классификации, основных технических характеристик, достоинств и недостатков средств моделирования различных типов; основных стандартов по компьютерному моделированию;

- формирование умения самостоятельно разбираться в имеющихся концепциях, методах в плане реализации компьютерного моделирования и применять их для решения прикладных задач; ставить и обосновывать задачи проектно-технологической деятельности; выбирать и использовать необходимые компьютерные средства;

- формирование навыков практического применения подходов, методов, а также соответствующих компьютерных средств, программного обеспечения в своей профессиональной деятельности; разработки умений и навыков в создании и применении компьютерного моделирования для различных применений, включая промышленность и образование.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы компьютерного моделирования и средства хранения результатов моделирования на основе PLM-технологий;

- средства компьютерного моделирования: роль и место в PLM; классификация; свойства достоинства и недостатки основных классов; используемые стандарты; структура документов и организация обмена данными; методы создания в специализированных программных комплексах.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	- Программные продукты для разработки ИЭТР. Технологии подготовки интерактивных электронных технических руководств.	Знает современные средства автоматизации проектирования устройств и систем автоматизации и управления	Дискуссия

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	- Конфигурировать средства разработки ИЭТР	Умеет разрабатывать технические решения для создания устройств и систем автоматизации и управления.	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	- Владеет навыками применения компьютерного моделирования конструкции.	Владеет навыками применения современного инструментария проектирования программно-аппаратных средств для решения задач автоматизации и управления.	Отчёт по практическому занятию
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	- Текущее состояние и возможности компьютерного моделирования. «Индустрия 4.0». «Цифровое производство». 1-D проектирование, структурированные функциональные и структурные схемы. Методика проектирования сверху-вниз. Электронный макет изделия. PMI-данные. Конструкторские системы моделирования и инженерного анализа (статика, динамика, газодинамика и т.д.). Системы моделирования статических нагрузок, динамики, гибридные системы. Системы моделирования технологических процессов (сварка, термообработка, пробиваемость литьевых форм, штамповка и т.д.). Моделирование сборки. Моделирование механической обработки на станках с ЧПУ. Моделирование испытаний. Моделирование производства.	Знает методы обработки информации; технические средства управления; инфокоммуникационные технологии	Дискуссия
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	- Применять	Умеет применять	Отчёт по

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		программные продукты для разработки ИЭТР	вычислительную технику и средства коммуникаций при проектировании устройств и систем автоматизации и управления	практическом у занятию
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	- Навыками конфигурирования NX-CAM для компьютерного моделирования технологии изготовления	Владеет навыками применения современных технологий обработки информации, современные технические средства управления, вычислительную технику, технологии компьютерных сетей и телекоммуникаций при проектировании систем автоматизации и управления	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.1	ИД-1ПК-3.1	- Систему единых международных стандартов. Функциональные стандарты. Информационные стандарты. Стандарты технического обмена. Другие стандарты CALS.	Знает правила разработки нормативно-технической документации на проектируемые аппаратно-программные средства.	Дискуссия
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.2	- Использовать стандарты CALS	Умеет разрабатывать нормативно-техническую документацию на проектируемые аппаратно-программные средства.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.2	- Владеет навыками разработки и применения нормативно-технической документации при проведении конструкторско-технологической подготовки производства.	Владеет навыками разработки и применения на практике нормативно-технической документации на проектируемые аппаратно-программные средства.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.2	- Эскизный проект, технический проект, разработка конструкторской документации, постановка на производство, изготовление опытного образца, подготовка серийного изготовления, серийное изготовление.	Знает содержание основных этапов технологических процессов изготовления аппаратных средств.	Дискуссия
ПК-3.2	ИД-1ПК-3.3	- Применять	Умеет разрабатывать	Отчёт по

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		компьютерное моделирование на этапе технологической подготовки производства.	технологии изготовления аппаратных средств с применением автоматизированных систем технологической подготовки производства.	практическом у занятию
ПК-3.2	ИД-3ПК-3.2	- Владеет навыками компьютерного моделирование узла конструкции	Владеет навыками разработки и внедрения на предприятиях технологий изготовления аппаратных средств, используя при этом автоматизированные системы технологической подготовки производства	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.3	ИД-1ПК-3.3	- Создавать электронное описание изделия.	Умеет разрабатывать и адаптировать под решаемую проектную задачу современные технологии создания программных комплексов	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.3	ИД-2ПК-3.3	- Навыками создания ИЭТР	Владеет навыками применения на практике современных технологий создания программных комплексов	Отчёт по практическом у занятию
ПК-3.3	ИД-3ПК-3.3	- Основные положения информационной поддержки ЖЦ изделий, стратегию реализации этих положений и обзор технологий и стандартов. Основные положения, термины, понятия.	Знает современные технологии создания программных комплексов	Дискуссия
ПК-5.1	ИД-1ПК-5.1	- Применение PLM-системы как среды конструкторско-технологической подготовки производства.	Знает правила автоматизированной системы управления организацией и предприятием.	Дискуссия
ПК-5.1	ИД-2ПК-5.1	- Организовывать проведение конструкторско-технологической подготовки производства в PLM-системе.	Умеет организовать работу коллективов исполнителей для эффективного решения поставленной задачи.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-5.1	ИД-3ПК-5.1	- Навыками организации проведения компьютерного моделирования узла конструкции группой разработчиков в PLM-системе	Владеет навыками организации работы коллективов исполнителей	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-5.2	ИД-1ПК-5.2	- Основные положения, термины, понятия. CALS-методология поддержки жизненного цикла информационных систем. Концепция CALS. CALS-стратегия. CALS-технологии. Базовые принципы CALS-технологии.	Знает методики и процедуры менеджмента качества.	Дискуссия
ПК-5.2	ИД-2ПК-5.2	- Разрабатывать документацию для проведение конструкторско-технологической подготовки производства в PLM-системе.	Умеет разработать документацию для поддержания единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции.	Отчёт по практическом у занятию
ПК-5.2	ИД-3ПК-5.2	- Навыками планирования и контроля проведения конструкторско-технологической подготовки производства в PLM-системе	Владет навыками участия в поддержании единого информационного пространства планирования и управления предприятием на всех этапах жизненного цикла производимой продукции	Отчёт по практическом у занятию
ПК-5.3	ИД-1ПК-5.3	- Программные продукты для разработки ИЭТР.	Знает программные средства для написания и модификации документов, выполнения расчетов по проектируемым системам автоматизации и управления.	Дискуссия
ПК-5.3	ИД-2ПК-5.3	- Оптимизировать конструкцию и технологию изделий.	Умеет разрабатывать порядок и методику технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности проектируемых систем автоматизации и управления	Отчёт по практическом у занятию
ПК-5.3	ИД-3ПК-5.3	- Навыками участия в оптимизации конструкции изделия за счет средств компьютерного моделирования.	Владет навыками участия в проведении технико-экономического и функционально-стоимостного анализа рыночной эффективности проектируемых систем	Отчёт по практическом у занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			автоматизации и управления	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		4	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	66	66	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	24	24	
- лабораторные работы (ЛР)	16	16	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	24	24	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	150	150	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	216	216	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
4-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Классификация видов компьютерного моделирования	5	3	5	32
Тема 1 Виды компьютерного моделирования. Обзор текущего состояния и возможностей компьютерного моделирования. «Индустрия 4.0». «Цифровое производство». 1-D проектирование, структурированные функциональные и структурные схемы. Методика проектирования сверху-вниз. Электронный макет изделия. PMI-данные. Конструкторские системы моделирования и инженерного анализа (статика, динамика, газодинамика и т.д.). Системы моделирования статических нагрузок, динамики, гибридные системы. Системы моделирования технологических процессов (сварка, термообработка, пробиваемость литьевых форм, штамповка и т.д.). Моделирование сборки. Моделирование механической обработки на станках с ЧПУ. Моделирование испытаний. Моделирование производства. Тема 2 Этапы конструкторско-технологической подготовки производства. Эскизный проект, технический проект, разработка конструкторской документации, постановка на производство, изготовление опытного образца, подготовка серийного изготовления, серийное изготовление. Применение PLM-системы как среды конструкторско-технологической подготовки производства.				
Применение методов компьютерного моделирования на этапах конструкторской и техно-логической подготовки производства.	5	4	5	28
Тема 3 Компьютерное моделирование на этапе конструкторской подготовки производства. 1-D моделирование. Разработка функциональных и структурных схем. Применение функциональных и структурных схем в процессе проектирования. Разработка контрольной управляющей структуры и применение структуры на этапе разработки электронного макета изделия. Моделирование статической прочности конструкции. Моделирование динамических свойств конструкции. Применение совместного моделирования статики и динамики. Моделирование газодинамики. Моделирование сборки и размерных цепей. Моделирование работы изделия. Проведение виртуальных испытаний. Моделирование эргономики конструкции. Тема 4 Компьютерное моделирование на этапе технологической подготовки производства. Основы моделирования технологических процессов. Моделирование процессов сборки. Моделирование				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
механической обработки. Моделирование термообработки. Моделирование штамповки. Моделирование сварки. Моделирование проливаемости.				
Компьютерное моделирование в задачах оптимизации.	5	3	5	34
Тема 5 Применение компьютерного моделирования для задач оптимизации конструкции. Задачи оптимизации конструкции. Понятие технологичности конструкции. Возможности компьютерного моделирования и PLM-систем для решения оптимизационных задач в части конструкции изделия. Тема 6 Применение компьютерного моделирования для оптимизации технологического процесса изготовления. Задачи оптимизации технологии. Понятие технологичности изготовления. Возможности компьютерного моделирования и PLM-систем для решения задач оптимизации технологии изготовления.				
CALS-технологии. Интерактивные электронные техническое руководства	5	3	5	26
Тема 7 Основы CALS. Основные положения информационной поддержки ЖЦ изделий, стратегия реализации этих положений и обзор технологий и стандартов. Основные положения, термины, понятия. CALS-методология поддержки жизненного цикла информационных систем. Концепция CALS. CALS-стратегия. CALS-технологии. Базовые принципы CALS-технологии. Интегрированная информационная среда CALS. Безбумажное представление информации. Электронное описание изделия. Понятие и цели интегрированной логистической поддержки. Тема 8 Стандарты CALS. Система единых международных стандартов. Функциональные стандарты. Информационные стандарты. Стандарты технического обмена. Другие стандарты CALS.				
Интерактивные электронные техническое руководства.	4	3	4	30
Тема 9 Основные положения. ИЭТР. Основные положения. Структура, назначение, применение и разработка. Состав, функции и нормативная база ИЭТР. Основные принципы интерактивных технических руководств (ИЭТР) на изделие, типы ИЭТР, стандарты на ИЭТР. Классы ИЭТР. Обзор разработок ИЭТР. Тема 10 Разработка ИЭТР. Программные продукты для разработки ИЭТР. Технологии подготовки				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
интерактивных электронных технических руководств. Создание интерактивного электронного технического руководства. Применение ИЭТР в обучении. Тренажерные обучающие комплексы. Основные понятия. Обзор разработок. Практическое использование тренажерных обучающих комплексов. Применение ИЭТР в производстве и сервисном обслуживании. Интерактивные технологические процессы. Обзор разработок. Практическое использование. Разработка интерактивных технологических процессов.				
ИТОГО по 4-му семестру	24	16	24	150
ИТОГО по дисциплине	24	16	24	150

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Применение компьютерного моделирования конструкции. Применение компьютерного моделирования технологии изготовления.
2	Проведение конструкторско-технологической подготовки производства.
3	Применение компьютерного моделирования на этапе конструкторской подготовки производства.
4	Применение компьютерного моделирования на этапе технологической подготовки производства.
5	Оптимизация конструкции изделия.
6	Оптимизация технологии изготовления.
7	Создание электронного описания изделия.
8	Изучение и использование стандартов CALS.
9	Практическая классификация ИЭТР. Использование примеров ИЭТР на практике.
10	Создание интерактивного электронного технического руководства. Практическое использование тренажерных обучающих комплексов. Разработка интерактивных технологических процессов.

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Компьютерное моделирование узла конструкции. Компьютерное моделирование технологии изготовления.
2	Проведение конструкторско-технологической подготовки производства.

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
3	Проектирование узла конструкции.
4	Разработка технологии изготовления узла конструкции.
5	Оптимизации конструкции изделия за счет средств компьютерного моделирования.
6	Оптимизации технологии изготовления изделия за счет средств компьютерного моделирования.
7	Разработка интерактивной рабочей инструкции.
8	Разработка интерактивного каталога.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Скворцов А. В. Автоматизация управления жизненным циклом продукции : учебник для вузов / А. В. Скворцов, А. Г. Схиртладзе, Д. А. Чмырь. - Москва: Академия, 2013.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Unigraphics для профессионалов / М. В. Краснов, Ю. В. Чигишев.— Москва : Лори, 2004 .— 319 с. : ил.	4
2	Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей двигателей летательных аппаратов: учебник для вузов / И.А. Иващенко, Г.В. Иванов, В.А. Мартынов — 2-е изд., перераб. и доп.— Москва: Машиностроение, 1992 — 336 с.	13
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	САПР и графика / Компьютер Пресс.— Москва : Компьютер Пресс, 1996 - . — В вузах: ПНИПУ 2009-2013.— Издается с 1996 г. — Ежемесячное.	5
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

### 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Компьютерное моделирование технологических процессов. Подготовка производства.	<a href="http://docplayer.ru/52358206-Kompyuternoe-modelirovanie-tehnologicheskikh-processov-podgotovka-proizvodstva.html">http://docplayer.ru/52358206-Kompyuternoe-modelirovanie-tehnologicheskikh-processov-podgotovka-proizvodstva.html</a>	сеть Интернет; свободный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX Academic Perpetual License Core +CAD +CAE +CAM (договор №P/43469-02-ПНИПУ от 03.12.2015)

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)	1
Лекция	Компьютер, проектор	1
Практическое занятие	ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями)	1

### 8. Фонд оценочных средств дисциплины

Прикреплен в отдельном файле
------------------------------