

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 22 » февраля 20 23 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Автоматизированное управление технологическим  
оборудованием с использованием систем Siemens NX  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 180 (5)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Обеспечение эффективности технологических процессов  
жизненного цикла изделия  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области усовершенствования технологических процессов и технологической подготовки производства на основе оптимизации операций обработки с симуляцией станка с ЧПУ с использованием прикладных программных пакетов (САМ-систем и модулей САПР).

Задачи учебной дисциплины:

- изучение критериев оптимальности, основных способов оптимизации типовых технологических процессов особенностей моделирования процесса обработки детали, с учетом технологического оснащения и кинематики стан-ка;
- формирование умения определять степень оптимальности и выявлять недостатки технологических процессов деталей, применять критерии опти-мальности проектируемых технологических процессов для их оптимизации;
- формирование умения обоснованно оптимизировать операции и пере-ходы технологических процессов по механической обработке деталей, созда-вать и применять базы вспомогательного и режущего технологического оснащения для оптимизации технологического процесса;
- формирование навыков по применению критериев оптимальности к проектируемому технологическому процессу с целью оптимизации операции и переходов и выбору оборудования достаточного для получения требуемого качества детали;
- формирование навыков по выбору средства технологического оснащения из баз данных вспомогательного и режущего технологического оснащения для реализации механической обработки детали и выявления ошибок технологического процесса при симуляции работы станка с помощью САМ модулей САПР.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- критерии оптимальности и основные способы оптимизации типовых технологических процессов
- методы моделирования процесса обработки детали, с учетом технологического оснащения и кинематики станка
- программные продукты автоматизированной технологической подготовки производства

### 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
-------------	-------------------	-----------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Способность применять методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы внедрения результатов исследований и разработок, сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности, международные стандарты ISO конструкторской и технологической документации по обеспечению качества	Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы внедрения результатов исследований и разработок, сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности, международные стандарты ISO конструкторской и технологической документации по обеспечению качества, автоматизированные системы производства машиностроительных изделий и управления жизненным циклом продукции в машиностроении, отечественный и зарубежный опыт, организационные, технические и экономические процессы функционирования современного машиностроительного производства, методы проектирования производства и конструкций машиностроительных изделий	Реферат
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Способность использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных об изделии	Умеет использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных об изделии машиностроения, использовать современные	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>машиностроения, использовать современные программные продукты по обеспечению жизненного цикла изделия, обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач, выявлять преимущества и недостатки в содержании и организации этапов жизненного цикла машиностроительной продукции, разрабатывать и оценивать предложения по их совершенствованию, производить оценку конкурентоспособности и анализ коммерческого потенциала выпускаемой продукции, действующих и нов</p>	<p>программные продукты по обеспечению жизненного цикла изделия, обосновывать количественные и качественные требования к производственным ресурсам, необходимым для решения поставленных профессиональных задач, выявлять преимущества и недостатки в содержании и организации этапов жизненного цикла машиностроительной продукции, разрабатывать и оценивать предложения по их совершенствованию, производить оценку конкурентоспособности и анализ коммерческого потенциала выпускаемой продукции, действующих и новых технологий</p>	
ПК-1.1	ИД-ЗПК-1.1	<p>Способность применять навыки сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, сопровождения жизненного цикла продукции машиностроения на этапах проектирования и производства, реализации отдельных этапов</p>	<p>Владеет навыками сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, сопровождения жизненного цикла продукции машиностроения на этапах проектирования и производства, реализации отдельных этапов, анализа взаимосвязей стадий жизненного цикла продукции машиностроения, оценки</p>	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			эффективности процесса изготовления продукции машиностроения, оптимизации технических и технологических процессов изготовления продукции машиностроения, разработки мероприятий по своевременному устранению недостатков содержания и организации всех этапов жизненного цикла продукции машиностроения	
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Способность применять основные закономерности, технологии, методы и средства контроля разработки технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или много-шпиндельной обработки	Знает основные закономерности, технологии, методы и средства контроля разработки технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или много-шпиндельной обработки.	Реферат
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Способность разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки, применять методы высокопроизводительной обработки, выбирать и использовать стратегии и методы высокоскоростной обработки, программировать обработку сложных контуров и поверхностей свободной формы	Умеет разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки, применять методы высокопроизводительной обработки, выбирать и использовать стратегии и методы высокоскоростной обработки, программировать обработку сложных контуров и поверхностей свободной формы.	Индивидуальное задание
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Способность применять навыки разработки технологий и программ изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с	Владеет навыками разработки технологий и программ изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		применением многокоординатной и/или многошпindelной обработки	многокоординатной и/или многошпindelной обработки	

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	126	126	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

### 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
3-й семестр				
Введение	1	0	0	0
Введение				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Оценка оптимальности проектируемых технологических процессов в машиностроении. Требования предъявляемые к выбору оборудования при разработке или оптимизации технологического процесса	3	0	0	18
Тема 1. Критерии оптимальности проектируемых технологических процессов в традиционном виде. Постановка задачи проектирования оптимального технологического процесса. Обоснование и выбор критериев оптимальности. Комплексный подход к оптимизации технологического процесса. Структурная оптимизация. Параметрическая оптимизация.  Тема 2. Критерии оптимальности проектируемых технологических процессов применительно к автоматизированному управлению. Постановка задачи проектирования оптимального технологического процесса применительно к автоматизированному управлению. Обоснование и выбор критериев оптимальности. Комплексный подход к оптимизации технологического процесса применительно к автоматизированному управлению. Структурная и параметрическая оптимизация применительно к автоматизированному управлению.  Тема 3. Выбор оборудования достаточного для обеспечения требуемого качества детали. Подбор оборудования с учетом требований детали. Оценка достигаемых параметров качества детали при использовании современного оборудования.				
Разработка и оптимизация эффективных технологии изготовления продукции машиностроения на высокотехнологичном оборудовании с применением САМ модулей САПР	4	6	9	28
Тема 4. Оптимизация операций и переходов выполненных на основе типовых технологических процессов токарной обработки детали с учетом возможностей современного оборудования при получении геометрии деталей с помощью САМ модулей САПР. Анализ переходов и операций при токарной обработке детали. Оценка времени изготовления при смене режимов резания при использовании альтернативных переходов и операций. Влияние на трудоемкость обработки детали требований конструкторской документации.  Тема 5. Оптимизация операций и переходов выполненных на основе типовых технологических				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>процессов фрезерной обработки детали с учетом возможностей современного оборудования при получении геометрии деталей с помощью САМ модулей САПР.</p> <p>Анализ переходов и операций при фрезерной обработке детали. Оценка времени изготовления при смене режимов резания при использовании альтернативных переходов и операций. Влияние на трудоемкость обработки детали требований конструкторской документации.</p> <p>Тема 6. Оптимизация операций и переходов выполненных на основе типовых технологических процессов при обработке отверстий и др. способах механической обработки детали с учетом возможностей современного оборудования при получении геометрии деталей с помощью САМ модулей САПР.</p> <p>Анализ переходов и операций при обработке отверстий и др. способах механической обработки детали. Оценка времени изготовления при смене режимов резания при использовании альтернативных переходов и операций. Влияние на трудоемкость обработки детали требований конструкторской документации.</p> <p>Тема 7. Интенсификация технологического процесса при механической обработке детали с учетом возможностей современного оборудования при получении геометрии деталей с помощью САМ модулей САПР.</p> <p>Анализ оптимизированного технологического процесса. Оценка внесенных изменений в стратегию обработки. Оценка достигнутого положительного эффекта, полученного в процессе интенсификации технологического процесса с помощью САМ модулей САПР.</p>				
Создание и оптимизация баз данных режущего инструмента и технологического оснащения необходимого при проектировании техно-логических процессов с применением САМ модулей САПР	4	6	9	52
<p>Тема 8. Создание и применение баз данных вспомогательного технологического оснащения. Оптимизация и унификация имеющегося на производстве технологического оснащения с применением САМ модулей САПР.</p> <p>Типы и виды технологического оснащения предприятия. Создание и использование баз данных вспомогательного технологического оснащения с помощью САМ модулей САПР.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 9. Параметрическое описание токарного инструмента и внесение режимов резания в базу данных режущего инструмента с применением САМ модулей САПР. Особенности задания токарного инструмента, выбор режущей кромки. Методы автоматизированного расчета режимов резания при точении. Оптимизация рекомендованных режимов и заполнение базы данных режущего инструмента с применением САМ модулей САПР.</p> <p>Тема 10. Параметрическое описание фрезерного инструмента и внесение режимов резания в базу данных режущего инструмента с применением САМ модулей САПР. Особенности задания токарного инструмента, выбор режущей кромки. Методы автоматизированного расчета режимов резания при точении. Оптимизация рекомендованных режимов и заполнение базы данных режущего инструмента с применением САМ модулей САПР.</p> <p>Тема 11. Параметрическое описание инструмента для обработки отверстий и внесение режимов резания в базу данных режущего инструмента с применением САМ модулей САПР. Особенности задания инструмента для обработки отверстий, выбор режущей кромки. Методы автоматизированного расчета режимов резания при точении. Оптимизация рекомендованных режимов и заполнение базы данных режущего инструмента с применением САМ модулей САПР.</p>				
Симуляция станка с применением САМ модуля NX для проверки на наличие ошибок спроектированного технологического процесса с помощью САМ модулей САПР	3	6	0	28
<p>Тема 12. Моделирование процесса обработки детали, с учетом технологического оснащения и кинематики станка с применением САМ модуля NX. Создание проекта моделирования путем ввода минимального набора требуемых параметров моделирования. Поиск и обнаружение ошибок процесса обработки детали, с учетом технологического оснащения и кинематики станка с применением САМ модуля NX.</p> <p>Тема 13. Оптимизация траектории обработки с</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
применением САМ модуля NX. Параметры оптимизации траекторий при обработке детали. Влияние шаблонов резания и параметров оптимальности траектории на общее время изготовления детали.  Тема 14. Оптимизация вылета используемого режущего инструмента и прочих параметров с применением САМ модуля NX. Автоматизированное определение вылета режущего инструмента. Пара-метры режущего инструмента, которые задаются в процессе моделирования обработки детали.				
Заключение	1	0	0	0
Заключение				
ИТОГО по 3-му семестру	16	18	18	126
ИТОГО по дисциплине	16	18	18	126

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Оптимизация операций и переходов, выполненных на основе типовых технологических процессов токарной обработки детали "Крышка".
2	Оптимизация операций и переходов выполненных на основе типовых технологических процессов фрезерной обработки детали "Крышка".
3	Оптимизация операций и переходов выполненных на основе типовых технологических процессов обработки отверстий детали "Крышка".
4	Оптимизация операций и переходов механической обработки детали "Крышка".
5	Создание базы данных станочного технологического оснащения аналогичного применяемому на предприятии с применением САМ модулей САПР.
6	Создание базы данных токарного режущего инструмента для обработки детали "Крышка" с применением САМ модулей САПР
7	Создание базы данных фрезерного режущего инструмента для обработки детали "Крышка" с применением САМ модулей САПР
8	Создание базы данных режущего инструмента, применяемого для обработки отверстий в детали "Крышка" с применением САМ модулей САПР.
9	Моделирование процесса обработки детали "Крышка" на токарно-фрезерном обрабатывающем центре с учетом станочного и режущего оснащения и кинематики станка
10	Оптимизация траектории обработки детали "Крышка" на фрезерном обрабатывающем центре с учетом станочного и режущего оснащения и кинематики станка
11	Оптимизация вылетов используемого режущего инструмента при изготовлении детали "Крышка" на фрезерном обрабатывающем центре с учетом станочного и режущего оснащения и кинематики станка

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Оптимизация операций и переходов типового технологического процесса токарной обработки детали. Индивидуальное задание.
2	Оптимизация операций и переходов типового технологического процесса фрезерной обработки детали. Индивидуальное задание
3	Оптимизация операций и переходов типового технологического процесса обработки отверстий детали. Индивидуальное задание
4	Оптимизация операций и переходов типового технологического процесса при обработке детали. Индивидуальное задание
5	Выбор и обоснование станочного технологического оснащения согласно оптимизированному технологическому процессу, применяемого при моделировании процесса обработки детали. Индивидуальное задание.
6	Выбор и обоснование применения токарного инструмента, согласно оптимизированному технологическому процессу, при моделировании процесса обработки детали. Индивидуальное задание
7	Выбор и обоснование применения фрезерного инструмента, согласно оптимизированному технологическому процессу, при моделировании процесса обработки детали. Индивидуальное задание.
8	Анализ оптимизированного технологического процесса. Оценка достигнутого положительного эффекта.

### 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	Евсин Е. А. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов : учебное пособие / Е. А. Евсин, Л. Х. Зубаирова. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2003.	14
2	Кондаков А. И. САПР технологических процессов: учебник для вузов/ А.И. Кондаков : учебник для вузов / А. И. Кондаков. - Москва: Академия, 2007.	31
3	Свищёв В.И. Оптимизация технологических процессов механической обработки : учебное пособие / В.И. Свищёв. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006.	141
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Иващенко И. А. Автоматизированное проектирование технологических процессов изготовления деталей двигателей летательных аппаратов : учебник для вузов / И. А. Иващенко, Г. В. Иванов, В. А. Мартынов. - Москва: Машиностроение, 1992.	11
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	САПР и графика : журнал / Компьютер Пресс. - Москва: Компьютер Пресс, 1996 - .	
<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	САПР режущих инструментов : учебное пособие / Ю. М. Панкратов	<a href="https://lanbook.com/catalog/mashinostroenie/sapr-rezhushhih-instrumentov-58761506/">https://lanbook.com/catalog/mashinostroenie/sapr-rezhushhih-instrumentov-58761506/</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	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
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	Компьютерный класс	1
Лекция	Компьютерный класс	1
Практическое занятие	Компьютерный класс	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Автоматизированное управление технологическим  
оборудованием с использованием систем Siemens NX»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины***

**Направление подготовки:** 15.04.05 Конструкторско-технологическое  
обеспечение машиностроительных производств

**Направленность (профиль)  
образовательной программы:** Обеспечение эффективности технологических  
процессов жизненного цикла изделия

**Квалификация выпускника:** «Магистр»

**Выпускающая кафедра:** Инновационные технологии машиностроения

**Форма обучения:** Очная

**Курс:** 2

**Семестр:** 3

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Дифференцированный зачёт: 3 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### **1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (3-го семестра учебного плана) и разбито на 4 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, лабораторные работы, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам, индивидуальных заданий и дифференцированного зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий ТО	Рубежный			Итоговый Дифф. зачёт
		ОПЗ	ОЛР	ИЗ	
<b>Усвоенные знания</b>					
<b>З.1</b> знать методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы внедрения результатов исследований и разработок, сопоставительный анализ объекта техники с охраняемыми объектами промышленной собственности, международные стандарты ISO конструкторской и технологической документации по обеспечению качества	ТО1				ТВ
<b>З.2</b> знать основные закономерности, технологии, методы и средства контроля разработки технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки	ТО2				ТВ
<b>Освоенные умения</b>					
<b>У.1</b> уметь использовать методы анализа применимости в объекте исследований известных объектов промышленной (интеллектуальной) собственности, оказывать информационную поддержку жизненного цикла в области накопления, хранения и сопровождения данных об изделии		ОПЗ3 ОПЗ4	ОЛР5 - ОЛР8		ПЗ

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий	Рубежный			Итоговый
	ТО	ОПЗ	ОЛР	ИЗ	Дифф. зачёт
<b>У.2</b> уметь разрабатывать технологии и программы изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки, применять методы высокопроизводительной обработки, выбирать и использовать стратегии и методы высокоскоростной обработки, программировать обработку сложных контуров и поверхностей свободной формы		ОПЗ1 ОПЗ2	ОЛР1 - ОЛР4		ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>					
<b>В.1</b> владеть навыками сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок, теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений, сопровождения жизненного цикла продукции машиностроения на этапах проектирования и производства, реализации отдельных этапов		ОПЗ3 ОПЗ4		ИЗ	ПЗ
<b>В.2</b> владеть навыками разработки технологий и программ изготовления деталей на оборудовании с ЧПУ с применением многокоординатной и/или многошпиндельной обработки		ОПЗ1 ОПЗ2		ИЗ	ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ

(индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям и лабораторным работам.

#### **2.2.1. Защита отчетов по практическим занятиям**

Всего запланировано 11 практических занятий и выполнение 4 отчетов. Типовые темы практических занятий приведены в РПД.

Защита отчета по практическому занятию проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Защита отчетов по лабораторным работам**

Всего запланировано 8 лабораторных работ и выполнение 8 отчетов. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита отчета по лабораторной работе проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые темы индивидуальных заданий:

Оптимизация операций и переходов типового технологического процесса обработки детали с выбором режущего инструмента.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех

лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### **2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания**

Промежуточная аттестация проводится в форме дифференцированного зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде дифференцированного зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде дифференцированного зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

##### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

###### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Комплексный подход к оптимизации технологического процесса. Структурная оптимизация.
2. Подбор оборудования с учетом требований детали.
3. Влияние на трудоемкость обработки детали требований конструкторской документации.
4. Параметры оптимизации траекторий при обработке детали.

###### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Оценить время изготовления при смене режимов резания при использовании альтернативных переходов и операций точения.
2. Оценить время изготовления при смене режимов резания при использовании альтернативных переходов и операций фрезерования.
3. Оптимизировать рекомендованные режимы резания при точении.

###### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Поиск и обнаружение ошибок процесса обработки детали, с учетом технологического оснащения и кинематики станка с применением САМ модуля NX.
2. Оценка достигнутого положительного эффекта, полученного в процессе интенсификации технологического процесса с помощью САМ модулей САПР

#### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

#### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.