

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

« 05 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Технологичность конструкторских разработок
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 144 (4)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.01 Машиностроение
(код и наименование направления)

Направленность: Конструирование и надежность оборудования
машиностроительных производств
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение знаний и компетенций в области обеспечения технологичности конструкторских разработок

Задачи учебной дисциплины:

- формирование знаний показателей качественной и количественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения высокой сложности, процедур согласования предложений по изменению конструкций деталей с целью повышения их технологичности
- формирование умения рассчитывать основные и вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения высокой сложности, разрабатывать предложения по повышению их технологичности
- формирование навыков осуществления качественной и количественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения высокой сложности

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- технологический контроль конструкторской документации
- оптимизация конструкций изделий в цифровом производстве

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-3.1	ИД-1ПК-3.1	Знает показатели качественной и количественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения высокой сложности, процедуры согласования предложений по изменению конструкций деталей с целью повышения их технологичности	1Знает показатели качественной и количественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения высокой сложности, процедуры согласования предложений по изменению конструкций деталей с целью повышения их технологичности	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-3.1	ИД-2ПК-3.1	Умеет рассчитывать основные и вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения высокой сложности, разрабатывать предложения по повышению их технологичности	Умеет рассчитывать основные и вспомогательные показатели количественной оценки технологичности конструкции деталей машиностроения высокой сложности, разрабатывать предложения по повышению их технологичности	Экзамен
ПК-3.1	ИД-3ПК-3.1	Владеет навыками осуществления качественной и количественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения высокой сложности	Владеет навыками осуществления анализа, качественной и количественной оценки технологичности конструкций деталей машиностроения высокой сложности, вносить предложения по повышению их технологичности	Экзамен
ПК-3.4	ИД-1ПК-3.4	Знает типовые технологические процессы изготовления деталей машиностроения высокой сложности, опыт передовых отечественных и зарубежных организаций в области прогрессивной технологии производства аналогичной продукции, основное технологическое оборудование и принципы его работы	Знает типовые технологические процессы изготовления деталей машиностроения высокой сложности, систем, методы и методики проектирования технологических процессов, опыт передовых отечественных и зарубежных организаций в области прогрессивной технологии производства аналогичной продукции, основное технологическое оборудование и принципы его работы, технологические факторы, влияющие на точность обработки поверхностей деталей машиностроения.	Экзамен
ПК-3.4	ИД-2ПК-3.4	Умеет разрабатывать типовые и групповые технологические процессы изготовления деталей машиностроения высокой сложности, определять возможности	Умеет разрабатывать типовые и групповые технологические процессы изготовления деталей машиностроения высокой сложности, определять возможности	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		технологического оборудования и технологической оснастки, используемым для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения высокой сложности	технологического оборудования и технологической оснастки, устанавливать основные требования к специальным приспособлениям, металлорежущим инструментам, контрольно-измерительной оснастке, используемым для реализации разработанных технологических процессов изготовления деталей машиностроения высокой сложности	
ПК-3.4	ИД-ЗПК-3.4	Владеет навыками разработки единичных, типовых и групповых технологических процессов изготовления деталей машиностроения высокой сложности, оформления технологической документации, необходимых для реализации разработанного технологического процесса изготовления деталей машиностроения высокой сложности	Владеет навыками разработки единичных, типовых и групповых технологических процессов изготовления деталей машиностроения высокой сложности, оформления технологической документации, разработки управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением, выбора технологического оборудования, стандартных инструментов, приспособлений и контрольно-измерительной оснастки, необходимых для реализации разработанного технологического процесса изготовления деталей машиностроения высокой сложности	Экзамен

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	16	16	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

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
1-й семестр				
Технологический контроль конструкторской документации	2	0	4	18
Цели и задачи технологического контроля. Содержание технологического контроля. Порядок проведения технологического контроля. Оформление замечаний и предложений при технологическом контроле конструкторской документации.				
Отработка конструкции изделия на технологичность	4	0	4	18
Методы и приемы, используемые при отработке конструкции изделия на технологичность. Понятие о технологичности и правила отработки конструкции изделия на технологичность.				
Технологичность заготовок	4	0	4	18
Требования к конструкции заготовок. Технологичность конструкций деталей, изготавливаемых резанием. Технологичность комбинированных заготовок. Технологичность конструкций литых заготовок.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Оптимизация конструкции изделия в цифровом производстве	8	0	4	18
Технологическое проектирование на ранних этапах. Управление конструкторскими спецификациями и технологическими процессами. Контроль и оптимизация проектных решений. Создание петли обратной связи между проектированием и производством.				
ИТОГО по 1-му семестру	18	0	16	72
ИТОГО по дисциплине	18	0	16	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Анализ конструкции детали на технологичность.
2	Разработка технологичной конструкции отливки
3	Разработка технологичной конструкции штамповки
4	Разработка технологичной конструкции поковки
5	Топологическая оптимизация изделия в среде Fusion 360

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.

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
1. Основная литература		
1	Бузник Е.Н. Технологичность конструкций изделий и деталей : учебное пособие / Е. Н. Бузник. - М.: Изд-во МГИУ, 2005.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Технологичность конструкции изделия : справочник / Ю. Д. Амиров [и др.]. - Москва: Машиностроение, 1990.	19
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	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	Бочкарев П. Ю. Оценка производственной технологичности деталей / Бочкарев П. Ю., Бокова Л. Г. - Санкт-Петербург: Лань, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/lan93584	локальная сеть; авторизованный 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)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Autodesk Inventor Professional 2019 Education Multi-seat Stand-alone Single-user (s/n 564-05679252)

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	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Доска маркерная	1
Практическое занятие	Доска маркерная	1
Практическое занятие	компьютер	10

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»**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Технологичность конструкторских разработок»
основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы академической магистратуры

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.01 Машиностроение
Направленность (профиль) образовательной программы:	Конструирование и надежность оборудования машиностроительных производств
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Инновационные технологии машиностроения
Форма обучения:	Очная

Курс: 1 **Семестры:** 1

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	4	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	144	ч.

Виды промежуточного контроля:

Экзамен: 1 семестр

Пермь 2019

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Технологичность конструкторских разработок»** и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного «29» апреля 2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины **«Технологичность конструкторских разработок»**, утвержденной «30» ноября 2019 г.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина Б1.Б.08 «Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента» участвует в формировании 2-х компетенций: ПК-3.1, ПК-3.4. В рамках учебного плана образовательной программы в 1-м семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

1. **ПК-3.1. Б1.ДВ.01.1.** Способен осуществлять обеспечение технологичности конструкции деталей машиностроения высокой сложности.
2. **ПК-3.4. Б1.ДВ.01.1.** Способен осуществлять разработку технологических процессов изготовления деталей машиностроения высокой сложности.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и разбито на 4 учебных раздела. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (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 работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий и промежуточный		Рубежный	Промежуточная аттестация
	ПЗ	ЛР	РК	экзамен
Усвоенные знания				
3.1 Знать показатели оценки технологичности конструкции деталей, выполненных на станках с ЧПУ	ОПЗ		РКР	ТВ
3.2 Знать типовые технологические процессы изготовления деталей машиностроения высокой сложности на станках с ЧПУ, систем, методы и методики проектирования технологических процессов обработки на станках с ЧПУ, опыт передовых отечественных и зарубежных организаций в области прогрессивной технологии производства аналогичной продукции, основное технологическое оборудование и принципы его работы, технологические факторы, влияющие на точность обработки поверхностей деталей машиностроения.	ОПЗ		РКР	
Освоенные умения				
У.1 Уметь разрабатывать предложения по эффективности обработки изделий, выполненных на станках с ЧПУ	ОПЗ			ПЗ
У.2 Уметь разрабатывать типовые и групповые технологические процессы изготовления деталей машиностроения высокой	ОПЗ			

сложности, определять возможности технологического оборудования с числовым программным управлением				
Приобретенные владения				
В.1 Владеть навыками осуществления анализа, качественной и количественной оценки технологичности конструкций деталей, выполненных на станках с ЧПУ .			ИКЗ	КЗ
В.2 Владеть навыками разработки единичных, типовых и групповых технологических процессов изготовления деталей машиностроения высокой сложности, выполненных с помощью станков ЧПУ, Владеет методикой разработки управляющих программ для оборудования с числовым программным управлением			ИКЗ	

О - опрос по тематике лекционного занятия;

ОПЗ – отчет по практическому занятию;

РКР – рубежная контрольная работа;

ИКЗ – индивидуальное комплексное задание

ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание, экзамена

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

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) в форме собеседования или 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.

По темам, имеющим большую теоретическую нагрузку для контроля знаний (табл. 1.1) проводятся контрольные работы. Качество и полнота ответов на вопросы оценивается по 4-балльной шкале, заносятся в книжку преподавателя и учитывается в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты практических работ и рубежных контрольных работ (после изучения каждого раздела учебной дисциплины).

2.2.1. Защита практических работ

Всего запланировано 5 практических работ. Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Защита практической работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.2.2. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД, запланировано 2 рубежные контрольные работы после освоения студентами разделов дисциплины. Первая РКР по разделу 1 «Технологический контроль конструкторской документации», вторая РКР – после раздела 3 «Технологичность заготовок».

Типовые вопросы первой КР:

- 1 Понятие технологичности ДСЕ
- 2 Способы оценки технологичности
- 3 Основные и вспомогательные показатели технологичности

Типовые вопросы второй КР:

- 4 Правило теней при проектировании отливок и штамповок.
- 5 Технологичность конструктивных элементов отливок и штамповок
- 6 Особенности проектирования технологичных заготовок

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине. Оценка за экзамен выставляется по результатам текущего и рубежного контроля с использованием типовой шкалы и критериев оценивания, приведенной в общей части ФОС магистерской программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний, умений владений представлены в приложении к ФОС:

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

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

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

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

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

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС магистерской программы.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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 магистерской программы.

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