

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

« 13 » февраля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Методология научных исследований в машиностроении  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(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 – приобретение знаний и навыков по разработке методик проведения научных исследований, проведению научных экспериментов, оценке результатов исследований, оформлению результатов выполненной научно-исследовательской работы.

Задачи дисциплины:

- изучение методов теоретического и экспериментального исследования количественных характеристик качества поверхностного слоя деталей машин и их эксплуатационные свойства;
- формирование умений использования методов экспериментального исследования при решении конструкторско-технологических и производственных проблем;
- формирование навыков применения методов экспериментального исследования характеристик качества поверхностного слоя деталей машин и их эксплуатационных свойств;
- изучение различных аспектов применения научных исследований и методов моделирования в проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности;
- развитие навыков проведения аналитических решений конкретных задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- методы теоретического исследования;
- методы экспериментальных исследований;
- математические основы планирования экспериментов;
- основные понятия теории размерностей и подобия;
- методы экспериментальных исследований качества поверхностного слоя деталей, обработанных резанием и поверхностных пластическим деформированием.

### 1.3. Входные требования

Рабочая программа согласована: с рабочими программами дисциплин, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной: «Современные средства и методы проектирования машиностроительных изделий» (Б1.В.03), «Математическое моделирование в машиностроении» (Б1.Б.05), «Компьютерные технологии в науке и производстве» (Б1.Б.06), «Расчёт, моделирование и конструирование оборудования с компьютерным управлением» (Б1.Б.07), «Защита интеллектуальной собственности» (Б1.Б.10)

## 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
ОПК-1	ИД-1опк-1	Способность распределять порядок и методы определения приоритетов решаемых задач; современные методы и технологии поиска и анализа научно-технической информации	Знает порядок и методы определения приоритетов решаемых задач; современные методы и технологии поиска и анализа научно-технической информации в процессе профессиональной деятельности	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Способность формулировать цели и задачи проекта, определять приоритеты задач; выявлять критерии оценки эффективности разрабатываемых изделий и технологий	Умеет формулировать цели и задачи проекта, определять приоритеты задач; выявлять критерии оценки эффективности разрабатываемых изделий и технологий	Отчёт по практическому занятию
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владение навыками академического и профессионального взаимодействия; научной терминологией; умением работы с информационно-поисковыми системами.	Владеет навыками академического и профессионального взаимодействия; научной и профессиональной терминологией; навыками работы с информационно-поисковыми системами.	Индивидуальное задание
ОПК-10	ИД-1ОПК-10	Способность организации эффективной командной работы; знать основы стратегического управления человеческими ресурсами, нормативные правовые акты профессиональной деятельности;	Знает проблемы подбора эффективной команды; основные условия эффективной командной работы; основы стратегического управления человеческими ресурсами, нормативные правовые акты, касающиеся организации и осуществления профессиональной деятельности;	Индивидуальное задание
ОПК-10	ИД-2ОПК-10	Способность организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников	Умеет организовывать работу по повышению научно-технических знаний работников.	Индивидуальное задание
ОПК-10	ИД-3ОПК-10	Способность организации работ по повышению научно-технических знаний работников.	Владеет навыками по организации работы по повышению научно-технических знаний работников.	Зачет
ОПК-9	ИД-1ОПК-9	Знать методы описания и обработки результатов научно-технических исследований в области машиностроения	Знает методы представления и описания результатов научно-технических исследований в области машиностроения.	Индивидуальное задание
ОПК-9	ИД-2ОПК-9	Способность обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов;	Умеет обосновывать практическую и теоретическую значимость полученных результатов; рассчитывать качественные и	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		рассчитывать качественные и количественные результаты выполненной научно-технической работы	количественные результаты выполненной научно-технической работы.	
ОПК-9	ИД-3ОПК-9	Навыки в подготовке научно-технических отчетов и обзоров по результатам выполненных исследований в области машиностроения	Владеет навыками в подготовке научно-технических отчетов и обзоров по результатам выполненных исследований в области машиностроения	Отчет по НИР

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		2	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- 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)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 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
2-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
Раздел 1. Теоретические основы постановки научной проблемы	1	0	1	6
Тема 1. Методологические основы научного знания. Основные понятия и определения теории познания: понятие науки, познании, видах познания, понятие научной идеи, гипотезы, закона. Методы научного познания: анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогия, моделирование, абстрагирование, конкретизация, объяснение, формализация, наблюдение, эксперимент.				
Раздел 1. Теоретические основы постановки научной проблемы	1	0	1	6
Тема 2. Постановка научной проблемы. Этапы научно-исследовательской работы. Направления научного исследования. Классификация научных исследований: фундаментальные, прикладные, разработки, поисковые, научно-исследовательские, опытно-конструкторские. Структурные элементы научного направления: комплексная проблема, тема, научный вопрос. Постановка научно-технической проблемы. Оценка экономической эффективности темы научных исследований. Этапы научно-исследовательской работы. Объект и предмет научного исследования, параметры и факторы объекта исследования. Рабочая гипотеза. Понятие рабочей гипотезы, роль гипотезы в научных исследованиях, рекомендации по разработке рабочей гипотезы.				
Раздел 2. Патентно-информационные исследования	2	0	1	6
Тема 4. Теоретические исследования. Цели и задачи теоретических исследований. Операции теоретического исследования: анализ физической сущности объекта исследования, формулировка рабочей гипотезы, построение физической модели, проведение математического исследования (построение математической модели, осуществление вычислительного эксперимента), анализ результатов теоретического исследования. Основы системного подхода в теоретических исследованиях. Понятия общей теории систем: система, свойства системы (целостность и делимость, межэлементные связи, структура, свойство эмерджентности системы), принципы системного подхода. Математический аппарат и математические методы теоретических исследований. Аналитические и численные методы решения				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
математических моделей процессов и явлений.				
Раздел 2. Патентно-информационные исследования	2	0	1	6
Тема 3. Патентные исследования. Научно-техническая и патентная документация. Государственная система научно-технической информации. Информационно-поисковые системы. Организация работы с научной литературой. Проведение патентных исследований. Информационные системы поиска в Интернете. Поиск информации в центральном патентном фонде Федерального института промышленной собственности. Систематизация и анализ отобранной документации.				
Раздел 3. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения	2	0	1	6
Тема 6. Основные понятия о погрешностях измерений показателей качества деталей машин. Методы определения численных значений показателей качества. Виды и методы измерений. Измерительные шкалы. Понятие погрешности измерений. Виды погрешностей. Оценка случайной погрешности прямых измерений. Оценка систематической погрешности. Оценка случайной погрешности косвенных измерений.				
Раздел 3. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения	1	0	2	6
Тема 8. Планирование экспериментов. Элементы теории планирования эксперимента: задача планирования эксперимента, свойства плана планируемого эксперимента. Выбор модели и интервала варьирования факторов. Кодирование факторов. Полный факторный эксперимент. Матрица планирования, её свойства. Осуществление эксперимента. Обработка результатов эксперимента. Оценка ошибки опыта, значимости коэффициентов уравнения регрессии, проверка модели на адекватность.				
Раздел 3. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения	2	0	1	6
Тема 5. Экспериментальные исследования. Понятие эксперимента. Задачи экспериментальных исследований. Классификация экспериментов. Признаки классификации экспериментов: цели исследования, организация проведения,				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
структура исследуемого объекта, тип используемой модели и другие. Виды экспериментов: лабораторные, натурные, поисковые, модельные, пассивные, планируемые и т.д. Этапы подготовки экспериментальных исследований: определение целей и задач, выбор факторов, разработка рабочей гипотезы, разработка методики проведения экспериментов, подготовка технических средств. Методика экспериментальных исследований.				
Раздел 3. Методы экспериментальных исследований в технологии машиностроения	1	0	2	6
Тема 7. Элементы математической статистики в научных исследованиях. Исследование связей между параметрами и факторами объекта. Понятия стохастических и корреляционных связей. Корреляционный анализ. Коэффициент корреляции и корреляционное отношение. Регрессионный анализ. Задача регрессионного анализа. Методика регрессионного анализа. Дисперсионный анализ. Сущность дисперсионного анализа. Применение дисперсионного анализа при исследовании степени влияния на параметр объекта факторов, определяющих его состояние или поведение.				
Раздел 4. Оценка экспериментальных исследований в технологии машиностроения	1	0	2	6
Тема 9. Методы исследования показателей качества поверхностного слоя деталей машин Оценка упрочнения материала поверхностного слоя деталей после механической обработки. Общие понятия о шероховатости поверхности. Оптические методы измерения параметров шероховатости. Контактный метод измерения параметров шероховатости.				
Раздел 4. Оценка экспериментальных исследований в технологии машиностроения	1	0	2	6
Тема 12. Анализ и оформление результатов научных исследований. Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований. Формы представления результатов научных исследований. Устное представление научных материалов: семинары, конференции и т.п. Оформление письменных материалов (отчётов о НИР, статей, докладов). Оформление заявки на предполагаемое				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
изобретение. Обобщение рассмотренного материала дисциплины в форме выводов и рекомендаций по его использованию в практической деятельности.				
Раздел 4. Оценка экспериментальных исследований в технологии машиностроения	1	0	2	6
Тема 11. Моделирование объектов в научных исследованиях. Материальное физическое и теоретическое моделирование. Элементы теории размерностей. Единицы измерения, основные и вторичные единицы измерения. Требования к основным единицам измерения. Основные понятия теории подобия. Константы и критерия подобия. Теоремы теории подобия. Понятие критериальных уравнений и условий однозначности. Условия однозначности, используемые при исследовании процессов обработки деталей резанием.				
Раздел 4. Оценка экспериментальных исследований в технологии машиностроения	1	0	2	6
Тема 10. Методы исследования эксплуатационных свойств поверхностного слоя деталей после механической обработки Причины формирования остаточных напряжений при обработке деталей резанием и методами поверхностного пластического деформирования. Методы определения остаточных напряжений (физические, механические, расчётные). Методы исследования эксплуатационных свойств деталей машин. Износостойкость деталей. Интегральные и дифференциальные методы измерения износа. Лабораторные установки для испытаний на износ. Методика испытаний на износостойкость.				
ИТОГО по 2-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

#### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Применение методов научного познания моделирования, объяснение или наблюдения для изучение основных понятий о погрешностях измерений показателей качества деталей машин.

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Разработка рабочей гипотезы объяснения явлений технологических процессов (деструкция полимерных композиционных материалов (ПКМ), усадка ПКМ, сколообразования ПКМ и т.п.).
3	Проведение патентных исследований
4	Исследование взаимосвязей параметров и факторов процессов механической обработки
5	Исследование влияния режимов сверления на качество. Планирование экспериментов
6	Исследование влияния режимов фрезерования на точность. Планирование экспериментов
7	Изучение математической статистики
8	Составление полного факторного эксперимента
9	Исследование показателей качества поверхностного слоя
10	Исследование влияния методов обработки поверхности деталей на её износостойкость
11	Исследование процессов обработки деталей резанием
12	Оформление заявки на предполагаемое изобретение

## 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 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	Лялькина Г. Б. Математическая обработка результатов эксперимента : учебное пособие для вузов / Г. Б. Лялькина, О. В. Бердышев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	34
2	Методология научных исследований в авиа- и ракетостроении : учебное пособие для вузов / В. И. Круглов [и др.]. - Москва: Логос, 2011.	13
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Ашмарин И. П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов / И. П. Ашмарин, Н. Н Васильев, В. А. Амбросов. - Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1971.	3
2	Добровольский В.И. Планирование и обработка результатов технологического эксперимента в производстве деталей двигателей летательных аппаратов : Учеб. пособие / В.И.Добровольский,П.Н.Хопин,Н.Н.Патраков. - М.: МАТИ, 1993.	2
3	Матушкин Н. Н. Обработка результатов измерений и планирование эксперимента : курс лекций / Н. Н. Матушкин. - Пермь: Изд-во ППИ, 1977.	4
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник машиностроения : научно-технический и производственный журнал / Машиностроение; Вестник машиностроения. - Москва: Машиностроение, 1921 - .	
2	Сверхтвердые материалы : научно-теоретический журнал / Национальная академия наук Украины; Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля. - Киев: Ин-т сверхтвердых материалов, 1979 - .	
3	Трение и износ : международный научный журнал / Национальная академия наук Республики Беларусь; Российская академия наук; Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь. - Гомель: ИММС НАНБ, 1980 - .	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Протопопова Е. Э. Научная работа. Новые правила оформления. Библиографический аппарат научных, исследовательских и творческих работ (ГОСТ 7.80-2000, ГОСТ 7.32-2001, ГОСТ 7.82-2001, ГОСТ 7.1-2003, ГОСТ 7.0.5-2008, ГОСТ 7.0.12-2011) : практическое пособие / Е. Э. Протопопова. - Москва: Литера, 2014.	6
<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	Пономарев А. Б. Методология научных исследований : учебное пособие / А. Б. Пономарев, Э. А. Пикулева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3635">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3635</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Свирищев В. И. Статистические методы исследования качества объектов производства / В. И. Свирищев. - Пермь: Издательство ПНИПУ, 2012.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib4351">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib4351</a>	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Лялькина Г. Б. Математическая обработка результатов эксперимента : учебное пособие для вузов / Г. Б. Лялькина, О. В. Бердышев. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	<a href="http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3558">http://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3558</a>	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	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	<a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
База данных Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com/">http://www.webofscience.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
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>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	<a href="https://dvs.rsl.ru/">https://dvs.rsl.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

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

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук Lenovo №04101186	1
Лекция	Проектор BENQ №0465109	1
Практическое занятие	Ноутбук Lenovo №04101186	1
Практическое занятие	Проектор BENQ №0465109	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  
«Методология научных исследований в машиностроении»  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Обеспечение эффективности технологических процессов жизненного цикла изделия
<b>Квалификация выпускника:</b>	Магистр
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Инновационные технологии машиностроения
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 1

**Семестры:** 2

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану: 2 3Е

Часов по рабочему учебному плану: 72 ч.

**Виды промежуточного контроля:**

Зачёт: 2 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины **«Методология научных исследований в машиностроении»**. 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 **«Методология научных исследований в машиностроении»**.

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

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных частей компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине **«Методология научных исследований в машиностроении»** (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 зачёта (2-й семестр). 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		Рубежный		Итоговый	
	ТКР	ПЗ	ОИЗ	КР	-	Зачёт 2-й семестр
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>3.1</b> методы научного познания;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.2</b> сущность операций теоретического исследования;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.3.</b> основные понятия общей теории систем;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.4</b> основные области применения методов решения научных и технических задач в машиностроении, аспекты системности научных исследований;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.5</b> способы решения задач при заданных критериях, методы определения приоритетов решения задач.	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.6</b> методы и средства научных исследований;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.7</b> этапы подготовки научных исследований;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.8</b> требования к оформлению научно-технического отчёта;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.9</b> методы измерений параметров и оценки погрешностей их измерения;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>3.10</b> способы разработки теоретических моделей, позволяющие исследовать параметры и режимы функционирования технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств;	ТКР	ПЗ		КР		ОПЗ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1.</b> использовать международные базы источников технической информации;		ПЗ	ОИЗ			ОПЗ
<b>У.2.</b> находить новые методы исследований и решения задач при заданных критериях и целевых функциях, определять приоритеты решения задач;		ПЗ	ОИЗ			ОПЗ
<b>У.3.</b> использовать современные расчётные пакеты для проведения параметрических исследований		ПЗ	ОИЗ			ОПЗ
<b>У.4</b> выполнять моделирование процессов, средств и систем машиностроительных производств с использованием современных технологий проведения научных исследований;		ПЗ	ОИЗ			ОПЗ
<b>У.5</b> применять физико-математические методы моделирования технологических процессов машиностроения.		ПЗ	ОИЗ			ОПЗ
<b>У.6</b> разрабатывать теоретические модели, позволяющие исследовать параметры и режимы функционирования технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств;		ПЗ	ОИЗ			ОПЗ
<b>У.7</b> оценивать и представлять результаты исследований объектов и процессов конструкторско-технологической подготовки производства;		ПЗ	ОИЗ			ОПЗ

У.8 выполнять корреляционный, регрессивный и дисперсионный анализы при исследовании связей между параметрами и факторами объектами;			ОИЗ			ОПЗ
У.9 составлять матрицу планирования полного факторного эксперимента, выполнять обработку его результатов.			ОИЗ			ОПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
В.1 опытом оценки и представления результатов разработки объектов и процессов в машиностроении			ОИЗ			ОПЗ
В.2 навыками самостоятельного решения задач разработки рациональных технологий;			ОИЗ			ОПЗ
В.3. навыками реализации многопараметрического контроля с использованием стандартных прикладных программ.			ОИЗ			ОПЗ
В.4. навыком использования в практической деятельности методы и средства научных исследований при решении задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.			ОИЗ			ОПЗ
В.5. навыками оценки погрешностей измерений;			ОИЗ			ОПЗ
В.6. навыками обработки результатов экспериментальных исследований			ОИЗ			ОПЗ

*ТКР – текущий контроль в форме контрольных работ; ОИЗ – отчёт по инд. заданий; ПЗ – практическое задание. ИЗ – индивидуальные задания; КР – рубежный контроль в форме контрольных работ.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде 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 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 собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме.

Текущий контроль для оценивания знаниевого компонента дисциплинарных частей компетенций проводится в форме защиты результатов выполнения заданий практических занятий и текущих контрольных работ.

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, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по практическим занятиям и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

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

Всего запланировано 12 практических занятий. Темы практических занятий приведены в РПД.

*Практические занятия включают решения задач по анализу теории и практики применения математического моделирования в конструкторско-технологической подготовке производства. Результатом выполнения задания практического занятия является аналитический отчет (обзор), оформленный в письменном виде по ГОСТ 7.32-01, который защищается на практических занятиях, проводимых в форме семинаров. К защите каждого аналитического обзора представляется презентация и при необходимости фото- и видеоматериалы.*

*Конкретные темы аналитических обзоров могут носить общий характер или быть привязаны к конкретным процессам конструкторско-технологической подготовки производства на конкретном предприятии.*

*Подготовка аналитических обзоров входит в структуру самостоятельной работы в форме подготовки отчётов по практическим занятиям.*

Представление отчётов по практическим занятиям проводится индивидуально каждым студентом или группами по 2 человека. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы магистратуры.

### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1, вторая по модулю 2, третья по модулю 3.

#### **Типовые задания первой КР:**

Методы научного познания: анализ и синтез, индукция и дедукция, аналогия,

моделирование, абстрагирование, конкретизация, объяснение, формализация, наблюдение, эксперимент.

Направления научного исследования. Классификация научных исследований:

фундаментальные, прикладные, разработки, поисковые, научно-исследовательские, опытно-конструкторские.

Структурные элементы научного направления: комплексная проблема, тема, научный вопрос.

Постановка научно-технической проблемы. Оценка экономической эффективности темы научных исследований.

Этапы научно-исследовательской работы. Объект и предмет научного исследования, параметры и факторы объекта исследования.

Рабочая гипотеза. Понятие рабочей гипотезы, роль гипотезы в научных исследованиях, рекомендации по разработке рабочей гипотезы.

Патентные исследования. Научно-техническая и патентная документация. Информационно-поисковые системы.

Цели и задачи теоретических исследований.

Операции теоретического исследования: анализ физической сущности объекта исследования, формулировка рабочей гипотезы, построение физической модели, проведение математического исследования (построение математической модели, осуществление вычислительного эксперимента), анализ результатов теоретического исследования.

Основы системного подхода в теоретических исследованиях. Понятия общей теории систем: система, свойства системы (целостность и делимость, межэлементные связи, структура, свойство эмерджентности системы), принципы системного подхода.

Математический аппарат и математические методы теоретических исследований. Аналитические и численные методы решения математических моделей процессов и явлений.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Понятие эксперимента. Задачи экспериментальных исследований.
2. Классификация экспериментов. Признаки классификации

экспериментов:

3. цели исследования, организация проведения, структура исследуемого объекта,

4. тип используемой модели и другие. Виды экспериментов: лабораторные, натурные, поисковые, модельные, пассивные, планируемые и т.д.

5. Этапы подготовки экспериментальных исследований: определение целей и задач, выбор факторов, разработка рабочей гипотезы, разработка методики проведения экспериментов, подготовка технических средств.

6. Методика экспериментальных исследований.

7. Методы определения численных значений показателей качества. Виды и методы измерений. Измерительные шкалы.

8. Понятие погрешности измерений. Виды погрешностей.

9. Оценка случайной погрешности прямых измерений. Оценка систематической

10. погрешности. Оценка случайной погрешности косвенных измерений.

11. Понятия стохастических и корреляционных связей. Корреляционный анализ.

12. Коэффициент корреляции и корреляционное отношение.

13. Регрессионный анализ. Задача регрессионного анализа. Методика регрессионного анализа.

14. Дисперсионный анализ. Сущность дисперсионного анализа. Применение дисперсионного анализа при исследовании степени влияния на параметр объекта факторов, определяющих его состояние или поведение.

15. Элементы теории планирования эксперимента: задача планирования эксперимента, свойства плана планируемого эксперимента.

16. Выбор модели и интервала варьирования факторов. Кодирование факторов.

17. Полный факторный эксперимент. Матрица планирования, её свойства.

18. Обработка результатов эксперимента. Оценка ошибки опыта, значимости коэффициентов уравнения регрессии, проверка модели на адекватность.

### **Типовые задания третьей КР:**

1. Дать оценку упрочнения материала поверхностного слоя деталей после механической обработки.

2. Представить понятия о шероховатости поверхности. Оптические методы измерения параметров шероховатости. Контактный метод измерения параметров шероховатости.

3. Причины формирования остаточных напряжений при обработке деталей резанием и методами поверхностного пластического деформирования. Методы определения остаточных напряжений (физические, механические, расчётные).

4. Методы исследования эксплуатационных свойств деталей машин.

5. Износостойкость деталей. Методика испытаний на износостойкость.

6. Интегральные и дифференциальные методы измерения износа.

7. Элементы теории размерностей. Единицы измерения, основные и вторичные единицы измерения. Требования к основным единицам измерения.
8. Основные понятия теории подобия. Константы и критерия подобия.
9. Теоремы теории подобия. Понятие критериальных уравнений и условий однозначности. Условия однозначности, используемые при исследовании процессов обработки деталей резанием.
10. Анализ результатов теоретических и экспериментальных исследований.
11. Оформление заявки на предполагаемое изобретение.
12. Обобщение рассмотренного материала в форме рекомендаций по его использованию в практической деятельности.

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

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

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачёта (2-й семестр).

Промежуточная аттестация осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Зачёт по дисциплине выставляется по итогам работы в семестре при успешном прохождении текущего и рубежного контроля, выполнении заданий всех практических занятий и иных видов аудиторных занятий и самостоятельной работы.

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 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 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 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. Методы научного познания;
2. Сущность операций теоретического исследования;
3. Методы решения задач управления производственными запасами;
4. Способы решения задач при заданных критериях, методы определения приоритетов решения задач.
5. Методы и средства научных исследований;
6. Этапы подготовки научных исследований;
7. Способы функционирования взаимодействия технологических процессов и систем машиностроительных производств;
8. Методы измерений параметров и оценки погрешностей их измерения;
9. Способы разработки теоретических моделей, позволяющие исследовать параметры и режимы функционирования технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств;
10. Основы корреляционного и дисперсионного анализов, применяемых при исследовании связей между параметрами и факторами объекта.

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

1. Показать примеры использования международных баз источников технической информации;
2. Найти новые методы исследований и решения задач при заданных критериях и целевых функциях, определять приоритеты решения задач;
3. Использовать современные расчётные пакеты для проведения параметрических исследований;
4. Составить методики проведения технологических исследований качества поверхности деталей после механической обработки.
5. Применить физико-математические методы моделирования технологических процессов машиностроения;
6. Показать теоретические модели, позволяющие исследовать параметры и режимы функционирования технологических процессов, средств и систем машиностроительных производств;
7. Применить физико-математические методы при моделировании задач в области машиностроительных производств и их конструкторско-технологического обеспечения;

8. Произвести оценку погрешностей измерений показателей качества обработанных изделий;

9. Выполнить корреляционный, регрессивный и дисперсионный анализы при исследовании связей между параметрами и факторами объектами;

10. Составить матрицу планирования полного факторного эксперимента, выполнять обработку его результатов.

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

1. Составить план использования операций теоретического исследования для разработки изделий и технологий;

2. Составить план реализации многопараметрического контроля с использованием стандартных прикладных программ.

3. Провести использование в практической деятельности методы и средства научных исследований при решении задач конструкторско-технологического обеспечения машиностроительных производств.

4. Составить план оценки погрешностей измерений;

5. Провести обоснование решения задач разработки рациональных технологий.

6. Составить план обработки результатов экспериментальных исследований интегральным и дифференциальным методами измерения износа инструмента.

#### **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.

В результате проведения зачета на основании критериев и показателей оценивания студенту выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено», которая заносится в зачетную ведомость и зачетную книжку студента (только если получена оценка «зачтено»).

Для получения оценки «зачтено» общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций не должна быть меньше 3.