

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



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики  
кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
*Н. В. Лобов* Н. В. Лобов

*10* \_\_\_\_\_ 2020 г.



**РАБОЧАЯ  
ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**

<b>Вид практики:</b>	Производственная практика
<b>Тип практики:</b>	научно-исследовательская работа (НИР)
<b>Форма проведения:</b>	распределенная в семестре
<b>Объем практики:</b>	25 ЗЕ
<b>Продолжительность практики:</b>	900 ч. (1-4 семестры)
<b>Виды контроля:</b>	зачет в 1-3 семестре, диф. зачет в 4 семестре
<b>Уровень высшего образования:</b>	магистратура
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Направление подготовки:</b>	01.04.02. Прикладная математика и информатика
<b>Направленность:</b>	Математическое моделирование физико-механических процессов

Пермь 2020



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

**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Факультет прикладной математики и механики  
кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
Н. В. Лобов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**РАБОЧАЯ  
ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**

<b>Вид практики:</b>	Производственная практика
<b>Тип практики:</b>	научно-исследовательская работа (НИР)
<b>Форма проведения:</b>	распределенная в семестре
<b>Объем практики:</b>	25 ЗЕ
<b>Продолжительность практики:</b>	900 ч. (1-4 семестры)
<b>Виды контроля:</b>	зачет в 1-3 семестре, диф. зачет в 4 семестре
<b>Уровень высшего образования:</b>	магистратура
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Направление подготовки:</b>	01.04.02. Прикладная математика и информатика
<b>Направленность:</b>	Математическое моделирование физико-механических процессов

Пермь 2020



## 1. Общие положения

В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» в редакции от 01.07.2020 и «Положением о практической подготовке обучающихся», утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации от «5» августа 2020 г. № 885/390 практика относится к практической подготовке обучающихся, как форме организации образовательной деятельности при освоении образовательной программы в условиях выполнения обучающимися определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы.

### 1.1. Цели и задачи практики

**Цель:** Формирование способности проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (ПКО-01); планировать и осуществлять программы научных исследований (ПКО-02).

**Задачи:**

- Приобретение совокупности методологических и методических знаний об основных этапах проведения НИР и видах деятельности на этих этапах.
- Формирование умений, необходимых для проведения различных этапов НИР: построения плана проведения НИР для исследования в области математического моделирования физико-механических процессов, определения теоретико-методологической основы исследования конкретной проблемы, формулировки и решения задач, возникающих в ходе научно-исследовательской деятельности и требующих углубленных профессиональных знаний, проведения необходимой библиографической работы, обоснованного выбора методов исследования (при необходимости – модифицирования существующих и разработки новых) и применения их при проведении исследования в области математического моделирования физико-механических процессов, использования современных информационных и компьютерных технологии при проведении НИР, проведения анализа результатов и представления их в виде законченных научно-исследовательских разработок (научных докладов, тезисов, научных статей, курсовых работ и др.).
- Развитие навыков самостоятельного проведения НИР в области математического моделирования физико-механических процессов, в результате приобретения которых магистрант должен получить научные результаты, составляющие основу магистерской диссертации

### 1.2. Место практики в структуре образовательной программы

**1.2.1. Блок (модуль):** Б2 «Практика»

**1.2.2. Курс:** 1-2 (1-4 семестр)

**1.2.3. Связь с дисциплинами учебного плана**

Перечень предшествующих дисциплин				Перечень последующих дисциплин			
1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр	1 семестр	2 семестр	3 семестр	4 семестр
Современные компьютерные технологии	Современные проблемы прикладной математики и информатики  Непрерывные математические модели. История и	Дискретные математические модели  История и методология прикладной математики и информатики  Современные компьютерные технологии Современн	История и методология прикладной математики и информатики  Современные компьютерные технологии Специаль-	Современные проблемы прикладной математики и информатики  Непрерывные математические модели. Дискретные	Дискретные математические модели.  Специальные главы прикладной математики  Производственная практика, преддипломная	Специальные главы прикладной математики  Производственная практика, преддипломная	НИС, Производственная практика, преддипломная



методология прикладной математики и информатики Современные компьютерные технологии	ые компьютерные технологии	ные главы прикладной математики	математические модели История и методология прикладной математики и информатики Специальные главы прикладной математики Производственная практика, преддипломная			
--	----------------------------	---------------------------------	---	--	--	--

### 1.3. Способ проведения практики

Стационарная практика.

### 1.3. Место проведения практики

Практика проводится на кафедре математического моделирования систем и процессов ПНИПУ. Практика осуществляется в виде непрерывного цикла во время, свободное от теоретического обучения, согласно утвержденному учебному плану.

Практика для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

### 1.4. Формы отчетности по практике

Письменный отчет по практике в форме отчетов по НИР; 1,2,3 семестры – зачет, 4 семестр – дифференцированный зачет.

### 2. Планируемые результаты обучения при прохождении практики

Планируемые результаты обучения при прохождении практики представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Планируемые результаты обучения

Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики
ПКО-1. Способность проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований	<p><b>ИД-1</b><sub>пко-01</sub>. <b>Знает</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок</p> <p><b>ИД-2</b><sub>пко-01</sub>. <b>Умеет</b> оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p><b>ИД-3</b><sub>пко-01</sub>. <b>Владеет навыками</b> осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и на-</p>	<p><b>Знать.</b> методы поиска, систематизации и анализа научных данных, касающихся моделирования физико-механических процессов; методы и средства планирования и организации самостоятельных исследований и разработок в области математического моделирования и методов вычислительной механики.</p> <p><b>Уметь.</b> оформлять результаты научно-исследовательских работ в виде отчетов НИР и научных публикаций.</p> <p><b>Владеть навыками</b><sup>1</sup>. осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и</p>

<sup>1</sup> Конкретные результаты обучения при прохождении практики и виды работ, выполняемые студентом, обусловлены направленностью и тематикой НИР и ВКР, что обуславливает вариативность конкретных результатов работ.



Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики
	блюдений; осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений	разработок в области математического моделирования физико-механических процессов; организация сбора и изучения научно-технической информации по теме НИР; проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений с целью выявления перспективных направлений НИР, обоснования новизны выбранной тематики и отбора данных для идентификации и модели.
<p><b>ПКО-02.</b> Способен планировать и осуществлять программы научных исследований.</p>	<p><b>ИД-1</b><sub>ПКО-02</sub>. <b>Знает</b> методы, направленные на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач</p> <p><b>ИД-2</b><sub>ПКО-02</sub>. <b>Умеет</b> анализировать научные проблемы по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p><b>ИД-3</b><sub>ПКО-02</sub>. <b>Владет навыками</b> разработки элементов планов проведения исследований и разработок; проверки правильности результатов.</p>	<p><b>Знать</b> методологию проведения научных исследований, способы постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов; способы применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении НИР; способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач</p> <p><b>Уметь</b> формулировать концептуальную и теоретическую модели для решения научных задач; формулировать концептуальные и теоретические модели для решения научных задач; применять методологию математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; осуществлять постановку и решать прикладные задачи моделирования физико-механических процессов</p> <p><b>Владеть навыками</b><sup>2</sup> применения методологии проведения НИР с получением новых научных и прикладных результатов; навыками формулировки концептуальных и теоретических моделей при решении научных задач; навыками применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; навыками осуществления постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов</p>

### 3. Содержание практики

#### 3.1. Содержание видов работ обучающихся на практике

Основной целью производственной практики (НИР) является формирование компетенций, обеспечивающих подготовленность магистрантов к проведению научно-исследовательской работы в области математического моделирования физико-механических процессов. В результате освоения дисциплины магистрант должен усвоить методологию проведения научно-исследовательской работы (НИР), уметь самостоятельно проводить НИР в области математического моделирования физико-механических процес-

<sup>2</sup> Конкретные результаты обучения при прохождении практики и виды работ, выполняемые студентом, обусловлены направленностью и тематикой НИР и ВКР, что обуславливает вариативность конкретных результатов работ.

сов (иметь навыки самостоятельного поиска, систематизации и анализа научной информации по теме исследования, выбора допущений и гипотез при постановке научной задачи, обоснования выбора метода ее решения, проведения натуральных и вычислительных экспериментов, выполнения критического анализа получаемых результатов, подготовки презентаций и представления докладов по итогам выполненных исследований)

Общая структура производственной практики (НИР) предусматривает 4 этапа:

**Этап 1 (семестр 1). Анализ проблемы, выбор направления исследования, составление плана исследования**

- практические занятия;
- ознакомление с тематикой научно-исследовательских работ и выбор темы исследования; формулирование исследуемой проблемы;
- обобщение и критическая оценка результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями;
- выявление перспективных направлений исследования; составление программы собственного научного исследования;
- формулирование гипотезы научного исследования, обоснование актуальности, теоретической и практической значимости избранной темы исследования;
- постановка цели и задач исследования
- подведение итогов выполнения 1 этапа НИР;
- подготовка промежуточного отчета и его защита.

**Этап 2 (семестр 2). Теоретическое исследование предметной области**

- практические занятия;
- изучение теоретического материала;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- научно-исследовательская работа, в том числе:
- характеристика объекта исследования;
- разработка инструментария научного исследования;
- сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования;
- выбор методов и средств решения исследовательских задач;
- выполнение аналитических расчетов;
- критическая оценка и интерпретация полученных результатов.
- подведение итогов выполнения 1 этапа НИР;
- подготовка промежуточного отчета и его защита.

**Этап 3 (семестр 3). Экспериментальное исследование предметной области**

- практические занятия;
- изучение теоретического материала;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- научно-исследовательская работа, в том числе:
- разработка математической модели исследуемого процесса (явления);
- численная реализация математической модели с использованием современных программных комплексов;
- проведение натуральных или вычислительных экспериментов по теме исследования и выполнение качественного анализа получаемых результатов.;
- подведение итогов выполнения 3 этапа НИР;
- подготовка промежуточного отчета и его защита.



**Этап 4 (семестр 4). Обобщение и оценка результатов исследований. Экспериментальное исследование эффективности предлагаемых решений**

- практические занятия;
- изучение теоретического материала;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- научно-исследовательская работа, в том числе:
- проведение многовариантных натурных и вычислительных экспериментов по теме исследования и выполнение анализа получаемых результатов, сопоставление результатов анализа информационных источников и результатов проведенных исследований, оценка эффективности полученных результатов, разработка рекомендаций по использованию результатов;
- подготовка доклада для выступления на научной конференции;
- подготовка научной статьи (научных статей).;
- подведение итогов выполнения 4 этапа НИР;
- подготовка заключительного отчета и его защита.

Выполнение производственной практики (НИР) проводится по этапам индивидуального задания.

Содержание практики по видам работ и результатам обучения при прохождении производственной практики (НИР) представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание практики по видам работ и результатам обучения при прохождении практики

№ п/п	Наименование этапа и основных видов работ	Компетенции	Перечень результатов обучения	Форма представления результатов	Объекты контроля (индикаторы достижения результатов обучения)
1	<p>Этап I (семестр I). Анализ проблемы, выбор направления исследования, составление плана исследования</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практические занятия;</li> <li>• ознакомление с тематикой научно-исследовательских работ и выбор темы исследования;</li> <li>• формулирование исследуемой проблемы;</li> <li>• обобщение и критическая оценка результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями;</li> <li>• выявление перспективных направлений исследования;</li> <li>• составление программы собственного научного исследования;</li> <li>• формулирование гипотезы научного исследования, обоснование актуальности, теоретической и практической значимости избранной темы исследования;</li> <li>• постановка цели и задач исследования;</li> <li>• подготовка промежуточного отчета и его защита.</li> </ul>	<p><b>ПКО-1.</b> Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований</p> <p><b>ПКО-2.</b> Способен планировать и осуществлять программы научных исследований.</p>	<p><b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок</p> <p><b>Уметь</b> оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p><b>Владеть навыками</b> осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p> <p><b>Знать</b> методологию проведения научных исследований, способы постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов; способы применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении НИР; способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач</p> <p><b>Уметь</b> способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач; формулировать концептуальные и теоретические модели для решения научных задач; применять методологию математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; осуществлять постановку и решать прикладные задачи моделирования физико-механических процессов</p> <p><b>Владеть навыками</b><sup>3</sup> навыками применения методологии проведения НИР с получением новых научных и прикладных результатов; навыками формулировки концептуальных и теоретических моделей при реше-</p>	<p>Промежуточный отчет. Зачет</p>	<p>Выбрана тема исследования; сформулирована исследуемая проблема; выполнен аналитический обзор, в котором содержатся обобщение и критическая оценка результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями;</p> <p>-выявлены перспективные направления исследования; составлена программа собственного научного исследования;</p> <p>сформулированы гипотезы научного исследования, обоснованы актуальность, теоретической и практической значимости избранной темы исследования; поставлены цели и задачи исследования.</p> <p>Выполнены другие виды работ, необходимые для выполнения НИР</p>

<sup>3</sup> Конкретные результаты обучения при прохождении практики и виды работ, выполняемые студентом, обуславливают направленностью и тематикой НИР и ВКР, что обуславливает вариативность конкретных результатов работ.



№ п/п	Наименование этапов и основных видов работ	Компетенции	Перечень результатов обучения	Форма представления результатов	Объекты контроля (индикаторы достижения результатов обучения)
2	<p><b>Этап 2 (семестр 2). Теоретическое исследование предметной области</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практические занятия;</li> <li>• изучение теоретического материала;</li> <li>• подготовка к аудиторным занятиям;</li> <li>• характеристика объекта исследования;</li> <li>• разработка научного инструментария исследования;</li> </ul>	<p><b>ПКО-1.</b> Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований</p>	<p>нии научных задач; навыками применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; навыками осуществления постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов</p> <p><b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок</p> <p><b>Уметь</b> оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p><b>Владеть навыками</b> осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; организация сбора и изучения научно-технической информации по теме исследований и разработок; проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p>	<p>Выступление на НИС. Промежуточный отчет. Зачет</p>	<p>Выполнены сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования.</p> <p>Выбраны методы и средства решения исследовательских задач.</p> <p>Выполнены предварительные аналитические расчеты, критическая оценка и интерпретация полученных результатов</p> <p>Выполнены другие виды работ, необходимые для выполнения НИР.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования;</li> <li>• выбор методов и средств решения исследовательских задач;</li> <li>• выполнение аналитических расчетов;</li> <li>• критическая оценка и интерпретация полученных результатов.</li> <li>• подведение итогов выполнения 2 этапа НИР;</li> <li>• подготовка промежуточного отчета и его защита.</li> </ul>	<p><b>ПКО-2.</b> Способен планировать и осуществлять программы научных исследований.</p>	<p><b>Знать</b> методологию проведения научных исследований, способы постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов; способы применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении НИР; способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач</p> <p><b>Уметь</b> способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач; формулировать концептуальные и теоретические модели для решения научных задач; применять методологию математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; осуществлять постановку и решать прикладные задачи</p>		

№ п/п	Наименование этапа и основных видов работ	Компетенции	Перечень результатов обучения	Форма представления результатов	Объекты контроля (индикаторы достижения результатов обучения)
3	<p><b>Этап 3 (семестр 3). Экспериментальное исследование предметной области</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• разработка математической модели исследуемого процесса (явления);</li> <li>• разработка алгоритма численной реализации математической модели;</li> <li>• численная реализация исследуемой задачи с использованием современных программных комплексов инженерного анализа;</li> <li>• проведение тестовых вычислительных экспериментов по теме исследования и выполнение качественного анализа получаемых результатов.</li> <li>• подведение итогов выполнения 2 этапа НИР;</li> <li>• подготовка промежуточного отчета и его защита.</li> </ul>	<p><b>ПКО-1.</b> Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований</p>	<p>моделирования физико-механических процессов</p> <p><b>Владеть навыками<sup>4</sup></b> навыками применения методологии проведения НИР с получением новых научных и прикладных результатов; навыками формулировки концептуальных и теоретических моделей при решении научных задач; навыками применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; навыками осуществления постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов</p>	<p>Промежуточный отчет. Доклад на НИС. Дифференцированный зачет</p>	<p>Разработана математическая модель исследуемого процесса (явления);</p> <p>Разработан алгоритм численной реализации математической модели;</p> <p>Выполнена численная реализация исследуемой задачи с использованием современных программных комплексов инженерного анализа;</p> <p>Проведены тестовые вычислительные эксперименты по теме исследования и выполнен качественный анализ получаемых результатов.</p> <p>Выполнены другие виды работ, необходимые для выполнения НИР.</p>
	<p><b>ПКО-2.</b> Способен планировать и осуществлять программы научных исследований.</p>	<p><b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок</p> <p><b>Уметь</b> оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p><b>Владеть навыками</b> осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; организация сбора и изучения научнотехнической информации по теме исследований и разработок; проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p>	<p><b>Знать</b> методологию проведения научных исследований, способы постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов; способы применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении НИР; способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач</p> <p><b>Уметь</b> способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач; фор-</p>		

<sup>4</sup> Конкретные результаты обучения при прохождении практики и виды работ, выполняемые студентом, обуславливают направленностью и тематикой НИР и ВКР, что обуславливает вариативность конкретных результатов работ.



№ п/п	Наименование этапа и основных видов работ	Компетенции	Перечень результатов обучения	Форма представления результатов	Объекты контроля (индикаторы достижения результатов обучения)
4	<p><b>Этап 4 (семестр 4). Обобщение и оценка результатов исследований. Экспериментальное исследование эффективности предлагаемых решений</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проведение многовариантных натуральных и вычислительных экспериментов по теме исследования</li> <li>• выполнение анализа полученных результатов,</li> <li>• сопоставление результатов анализа информациональных источников и результатов проведенных исследований,</li> <li>• оценка эффективности полученных результатов, разработка рекомендаций по использованию результатов;</li> </ul>	<p><b>ПКО-1.</b> Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований</p> <p><b>ПКО-2.</b> Способен планировать и осуществлять программы научных исследований.</p>	<p>мулировать концептуальные и теоретические модели для решения научных задач; применять методологию математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; осуществлять постановку и решать прикладные задачи моделирования физико-механических процессов</p> <p><b>Владеть навыками<sup>5</sup></b> применения методологии проведения НИР с получением новых научных и прикладных результатов; навыками формулировки концептуальных и теоретических моделей при решении научных задач; навыками применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; навыками осуществления постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов</p> <p><b>Знать</b> методы анализа научных данных; методы и средства планирования и организации исследований и разработок</p> <p><b>Уметь</b> оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p> <p><b>Владеть навыками</b> осуществления разработки планов и методических программ проведения исследований и разработок; организация сбора и изучения научнотехнической информации по теме исследований и разработок; проведение анализа научных данных, результатов экспериментов и наблюдений; осуществление теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений</p> <p><b>Знать</b> методологию проведения научных исследований, способы постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов; способы применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при про-</p>	<p>Заключительный отчет. Дифференцированный зачет</p>	<p>Проведены многовариантные натурные и вычислительные эксперименты по теме исследования</p> <p>Выполнен анализ полученных результатов.</p> <p>Выполнено сопоставление результатов анализа информациональных источников и результатов проведенных исследований.</p> <p>Проведены оценка эффективности полученных результатов, разработка рекомендаций по использованию результатов;</p> <p>Подготовлен доклад для выступления на научной конференции;</p> <p>Подготовлена научная статья (научные статьи)</p>

<sup>5</sup> Конкретные результаты обучения при прохождении практики и виды работ, выполняемые студентом, обусловлены направленностью и тематикой НИР и ВКР, что обуславливает вариативность конкретных результатов работ.

№ п/п	Наименование этапа и основных видов работ	Компетенции	Перечень результатов обучения	Форма представления результатов	Объекты контроля (индикаторы достижения результатов обучения)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• подготовка доклада для выступления на научной конференции;</li> <li>• подготовка научной статьи (научных статей);</li> <li>• подведение итогов выполнения 4 этапа НИР;</li> <li>• подготовка заключительного отчета и его защита.</li> </ul>		<p>Перечень результатов обучения</p> <p>ведение НИР; способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач</p> <p><b>Уметь</b> способы формулировки концептуальных и теоретических моделей для решения научных задач; формулировать концептуальные и теоретические модели для решения научных задач; применять методологию математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; осуществлять постановку и решать прикладные задачи моделирования физико-механических процессов</p> <p><b>Владеть навыками<sup>6</sup></b> навыками применения методологии проведения НИР с получением новых научных и прикладных результатов; навыками формулировки концептуальных и теоретических моделей при решении научных задач; навыками применения методологии математического моделирования и вычислительной математики при проведении научных исследований; навыками осуществления постановки и решения прикладных задач моделирования физико-механических процессов</p>		<p>Выполнены другие виды работ, необходимые для выполнения НИР.</p>

<sup>6</sup> Конкретные результаты обучения при прохождении практики и виды работ, выполняемые студентом, обусловлены направленностью и тематикой НИР и ВКР, что обуславливает вариативность конкретных результатов работ.



Тематика НИР соотносится с профессиональными задачами, определенными СУОС ПНИПУ по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика», научными направлениями кафедры «Математическое моделирование систем и процессов», а также с приоритетными направлениями развития университета и Пермского края: Междисциплинарные проблемы механики материалов и конструкций. физико-механические процессы в функционально-градиентных материалах и конструкциях из них. В частности, это направление в работе кафедры «Математического моделирования систем и процессов» предполагает исследования в области

- термомеханики материалов и конструкций в условиях релаксационных и фазовых переходов;
- вычислительной механики наследственных материалов;
- многоуровневые модели нелинейной механики деформируемого твердого тела, микро- и мезомеханика конструкционных материалов.

На основании вышеперечисленных направлений исследования преподавателями выпускающей кафедры, осуществляющей научное руководство выполнением НИР, разрабатываются и формулируются конкретные темы НИР. Тематика НИР должна соответствовать определенным **требованиям**:

1. Относиться к актуальным направлениям развития науки и приоритетному направлению развития университета.
2. Соответствовать содержанию основных разделов профильных дисциплин и тематике выпускных квалификационных работ магистров.
3. Содержание основных этапов выполнения НИР должно соответствовать основным этапам выполнения научно-исследовательских работ (НИР) в профессиональной сфере.
4. Соответствовать одному из научных направлений выпускающей кафедры.
5. Иметь практическую целесообразность и инновационную направленность.
6. Обуславливать творческий характер задач исследования;
7. Использовать современные информационные технологии.

Темы НИР должны формулироваться с учетом научных интересов магистрантов и могут быть развитием научных результатов, полученных на предыдущих ступенях образования. Темы НИР должны обеспечивать следующие свойства выполняемой работы:

- актуальность;
- преемственность;
- фундаментальность;
- междисциплинарность;
- практикоориентированность;
- инновационность.

#### Предполагаемая тематика НИР:

Многоуровневая модель для описания мартенситного перехода в стали при термомеханическом воздействии:

- сдвиговой характер мартенситного фазового перехода в стали;
- классификация типов мартенсита, исследование свойства морфологии мартенсита.
- обзор математических моделей для описания твердотельных фазовых переходов;
- реализация двухуровневой математической модели для определения НДС и фазового состава представительного объема макроуровня, основанная на физических теориях пластичности.
- вычислительный эксперимент для простого нагружения.

Модель для описания явления дополнительного циклического упрочнения:

- анализ данных экспериментов на сложное циклическое деформирование материалов с низкой энергией дефекта упаковки; существенное повышение предела пластичности;
- описание пластического деформирования (в том числе сложного и циклического) материалов с различной энергией дефекта упаковки;
- явное описание плотностей дефектов – дислокаций и барьеров на расщеплённых дислокациях на системах скольжения;
- на введённом мезоуровне-2 описывается работа источников дислокаций, аннигиляция дислокаций, а также образование барьеров на расщеплённых дислокациях;
- закон упрочнения учитывает изменение плотностей дислокаций и барьеров;
- разработка алгоритма и программной реализации подмодели;
- проведение численных экспериментов, описывающих формирование барьеров дислокационной природы и влияние на интенсивность образования последних величины энергии дефекта упаковки.

### 3.2. Структура практики, в т.ч. формы контактной работы обучающегося с педагогическими работниками

Структура практики и трудоемкость НИР представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Структура практики и трудоемкость НИР

п/п	Виды учебных работ	Трудоемкость в АЧ				
		По семестрам				Всего
		1	2	3	4	
	Аудиторная контактная работа	36	36	36	36	144
	- практические занятия	34	34	34	34	136
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	2	2	8
	Иная работа студента на практике:	108	72	288	288	756
	– выполнение исследований по этапам задания	68	32	248	218	566
	– подготовка статей в сборники научных трудов;	10	10	10	30	60
	– написание тезисов на студенческие и другие научные конференции;	10	10	10	10	40
	– подготовка промежуточного отчета;	20	20	20	–	60
	– подготовка заключительного отчета.	–	–	–	30	30
	Трудоемкость Всего: в академич. часах (АЧ)	144	108	324	324	900
	в зачетных единицах (ЗЕТ)	4	3	9	9	25

### 3.3. Содержание организационных мероприятий при проведении практики. Методические указания для обучающихся по проведению практики

#### 3.3.1. Этапы организации НИР

Процесс организации научно-исследовательской работы состоит из трех этапов:

- подготовительный;
- основной;
- заключительный.

**Подготовительный этап**, как правило, включает следующие мероприятия:

1. Закрепление за обучающимися руководителей НИР.



2. Проведение собеседований научных руководителей с магистрантами для их ознакомления:

- с тематикой научно-исследовательских работ;
- с целями и задачами НИР;
- с этапами проведения НИР;
- с требованиями, которые предъявляются к документации по НИР;
- с требованиями, которые предъявляются к используемой научной и нормативно-правовой документации;

для формулирования:

- исследуемой проблемы;
- для уточнения информационной базы исследования;
- для формирования индивидуального плана работы магистранта.

Научная специализация магистранта реализуется посредством выбора темы НИР и темы ВКР.

### **Основной этап**

Оперативное руководство практикой «научно-исследовательской работа» обучающихся в магистратуре осуществляют руководители по практической подготовке НИР от кафедры (далее – руководитель НИР).

На данном этапе магистранты выполняют задания по НИР. Перед выполнением каждого вида работ они могут получать дополнительные пояснения от руководителя НИР.

Научно-исследовательскую работу магистранта, направленную на выполнение будущей магистерской диссертации, рекомендуется в течение всего срока обучения в магистратуре осуществлять в соответствии с индивидуальным планом работы магистранта. Индивидуальные планы конкретизируют содержание НИР магистранта с учётом его профессиональной и научной специализации, предусматривают проведение исследований, направленных на решение приоритетных задач науки, практики, профессионального образования.

Обучающиеся самостоятельно выполняют комплекс работ. Руководитель НИР контролирует качество выполняемых работ. Основной формой планирования и корректировки индивидуальных планов научно-исследовательской работы магистрантов является обоснование темы, обсуждение плана и промежуточных результатов исследования в рамках научно-исследовательского семинара, который проводится в формате практических занятий.

**Заключительный этап** завершает каждый этап НИР и проводится в период соответствующей сессии.

За неделю до назначенной даты зачета по НИР обучающиеся представляют на кафедру в 1-3 семестрах предварительные отчеты по НИР, в 4 семестре – заключительный отчет по НИР. Отчеты рассматриваются руководителями НИР, предварительно оцениваются и допускаются к защите после проверки их соответствия установленным требованиям. Зачет по этапам НИР в 1-2 семестрах проводится в форме защиты промежуточных отчетов по НИР. Дифференцированные зачеты по НИР проводятся в 3-4 семестрах в форме защиты результатов 3 этапа и заключительного этапа НИР в рамках научно-исследовательского семинара. Защита отчетов по НИР проводится перед комиссией в составе руководителя НИР и руководителя магистерской программы.

### **3.3.2. Руководители НИР**

Руководство НИР может осуществляться как штатными преподавателями, преподавателями-совместителями, так и специалистами исследовательских организаций города, осуществляющими научное руководство выпускными квалификационными работами студентов магистратуры.

Руководители НИР:

- обеспечивают проведение всех организационных мероприятий (проведение собраний, консультирование по составлению индивидуального плана, оформлению промежуточных отчетов по НИР и т.д.);
- осуществляют контроль за выполнением индивидуального плана и соблюдением установленных сроков выполнения НИР;
- оказывают методическую помощь обучающимся при выполнении ими НИР;
- проверяют отчеты по НИР, дают отзывы о работе магистрантов;
- в установленные сроки совместно с руководителем магистерской программы принимают зачеты по НИР с выставлением оценки за НИР и оформлением зачетной ведомости по НИР.

### **3.3.3. Обязанности обучающихся**

Обучающийся при выполнении НИР обязан:

- добросовестно выполнять задания, предусмотренные индивидуальным планом;
- строго соблюдать правила охраны труда, техники безопасности;
- соблюдать правила внутреннего трудового распорядка;
- нести ответственность за выполняемую работу и ее результаты;
- выполнять распоряжения руководителя НИР в соответствии с индивидуальным планом;
- своевременно представить руководителю НИР отчеты по НИР, сдавать зачеты по НИР.

### **3.3.4. Тематика индивидуальных заданий на практику**

При прохождении практики виды работ должны быть согласованы с тематикой и направленностью ВКР и направлены на формирование умений и навыков в математического моделирования физико- механических процессов. Например:

- Оценка температурно-скоростной чувствительности механизмов неупругого деформирования поликристаллов
  - Трехуровневая модель для описания деформирования металлов и сплавов в условиях структурной сверхпластичности
    - Дислокационно-ориентированная модель для описания упрочнения
    - Исследование эффекта Пойнтинга-Свифта с использованием двухуровневой упруговязко-пластической модели
      - Исследование влияния полей внутренних напряжений на процесс неупругого деформирования поликристаллических материалов
      - Математическое моделирование неупругого деформирования ГЦК поликристаллов с использованием дислокационноориентированных моделей упрочнения
      - Многоуровневый подход для моделирования статистической рекристаллизации в поликристаллах .
        - Моделирование взаимодействия микропор с дефектными структурами с помощью метода молекулярной динамики
          - Исследование процессов возникновения и разрушения дислокационных барьеров в меди
          - Многоуровневая математическая модель для описания зарождения микротрещин в металлах.



#### 4. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике

Критерии оценивания сформированности компетенций и шкала оценивания промежуточной аттестации по практике представлены в таблице 4.1- 4.4.

Таблица 4.1. Критерии оценки уровней освоения компетенций при прохождении практики в 1 семестре

Вид деятельности, средство контроля		Оценочные средства и количество баллов		
		пороговый	продвинутый	высокий
Организационный этап	Организационное собрание	Присутствие	Присутствие и наличие вопросов	Присутствие, предложение темы исследования
<b>Этап 1 (семестр 1). Анализ проблемы, выбор направления исследования, составление плана исследования</b>				
Обобщение и критическая оценка результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями.	Текст обзора, отчет НИР	Проведен аналитический обзор информационных источников по теме исследования	Проведен детальный аналитический обзор информационных источников по теме исследования	Проведен детальный аналитический обзор информационных источников по теме исследования, в т.ч. зарубежных источников
<i>Количество баллов</i>		<i>20</i>	<i>30</i>	<i>35</i>
Составление программы собственного научного исследования. Обоснование актуальности, теоретической и практической значимости избранной темы исследования	Текст главы, отчет НИР	Представлена типовая программа исследований. Обоснованы актуальность, теоретическая и практическая значимость избранной темы исследования	Представлена типовая программа исследований с самостоятельной корректировкой. Обоснованы актуальность, теоретическая и практическая значимость избранной темы исследования	Представлена оригинальная программа исследований. Обоснованы актуальность, теоретическая и практическая значимость избранной темы исследования
<i>Количество баллов</i>		<i>10</i>	<i>20</i>	<i>30</i>
Формулирование гипотезы научного исследования; постановка цели и задачи исследования.	Текст главы, отчет НИР	Сформулированы гипотезы научного исследования. Сформулированы цель и задачи исследования	Сформулированы гипотезы научного исследования, приведено обоснование выдвижения гипотезы. Сформулированы цель и задачи исследования	Сформулированы гипотезы научного исследования, приведено обоснование выдвижения гипотезы. Сформулированы цель и задачи исследования
<i>Количество баллов</i>		<i>20</i>	<i>30</i>	<i>35</i>
<b>Всего баллов по 1 этапу</b>		<b>50</b>	<b>80</b>	<b>100</b>

Оценка результатов НИР в 1 семестре производится по 100-балльной шкале с учётом следующих положений:

- «неудовлетворительной» считается работа магистранта на научно-исследовательской работе, результаты которой оценены 49 баллами и ниже;
- отметка «зачтено» выставляется, если НИР оценивается в пределах от 50 до 100 баллов.

Таблица 4.2 – Критерии оценки уровней освоения компетенций при прохождении практики во 2 семестре

<b>Этап 2 (семестр 2). Теоретическое исследование предметной области</b>				
Сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования.	Текст обзора, отчет НИР	Выполнен сбор информации по теме исследования	Выполнены сбор, обработка систематизация информации по теме исследования.	Выполнены сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования.
<i>Количество баллов</i>		<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
Выбор методов и средств решения исследовательских задач	Текст главы, отчет НИР	Выбраны простейшие методы решения	Выбраны продвинутые методы решения	Выбраны и обоснованы продвинутые методы решения
<i>Количество баллов</i>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
Выполнение аналитических расчетов; критическая оценка и интерпретация полученных результатов	Текст главы, отчет НИР	Выполнены аналитические расчеты.	Выполнены аналитические расчеты; проведена интерпретация полученных результатов.	Выполнены аналитические расчеты; проведены критическая оценка и интерпретация полученных результатов
<i>Количество баллов</i>		<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
<b>Всего баллов по 2 этапу</b>		<b>50</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

Оценка результатов НИР во 2 семестре производится по 100-балльной шкале с учётом следующих положений:

- «неудовлетворительной» считается работа магистранта на научно-исследовательской работе, результаты которой оценены 49 баллами и ниже;
- отметка «зачтено» выставляется, если НИР оценивается в пределах от 50 до 100 баллов.



Таблица 4.3 – Критерии оценки уровней освоения компетенций при прохождении практики в 3 семестре

<b>Этап 3 (семестр 3). Экспериментальное исследование предметной области</b>				
Разработка математической модели исследуемого процесса (явления)	Текст главы, отчет НИР	Разработана математическая модель исследуемого процесса (явления) с существенными упрощениями и допущениями	Разработана математическая модель исследуемого процесса (явления) с обоснованными упрощениями и допущениями	Разработана математическая модель исследуемого процесса (явления) с обоснованными упрощениями допущениями
<b>Количество баллов</b>		<b>20</b>	<b>40</b>	<b>40</b>
Численная реализация математической модели с использованием современных программных комплексов	Текст главы, отчет НИР	Выполнена численная реализация математической модели с использованием простых, недостаточно точных методов	Выполнена численная реализация математической модели с использованием стандартных методов	Выполнена численная реализация математической модели с использованием современных программных комплексов
<b>Количество баллов</b>		<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
Проведение натуральных или вычислительных экспериментов по теме исследования и выполнение качественного анализа получаемых результатов.	Текст главы, отчет НИР	Проведены натурные или вычислительные эксперименты	Проведены натурные или вычислительные эксперименты и выполнен недостаточный анализ получаемых результатов	Проведены натурные или вычислительные эксперименты и выполнен качественный анализ получаемых результатов
<b>Количество баллов</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>Всего баллов по 3 этапу</b>		<b>50</b>	<b>85</b>	<b>100</b>

Оценка результатов НИР во 3 семестре производится по 100-балльной шкале с учётом следующих положений:

- «неудовлетворительной» считается работа магистранта на научно-исследовательской работе, результаты которой оценены 49 баллами и ниже;
- отметка «зачтено» выставляется, если НИР оценивается в пределах от 50 до 100 баллов.

Таблица 4.4 – Критерии оценки уровней освоения компетенций при прохождении практики в 4 семестре

<b>Этап 4 (семестр 4). Обобщение и оценка результатов исследований. Экспериментальное исследование эффективности предлагаемых решений</b>				
Проведение многовариантных натуральных и (или) вычислительных экспериментов по теме исследования и выполнение анализа получаемых результатов	Текст главы, отчет НИР	Проведены натурные и (или) вычислительные эксперименты по теме исследования	Проведены натурные и (или) вычислительные эксперименты по теме исследования и выполнен анализ получаемых результатов	Проведены многовариантные натурные и (или) вычислительные эксперименты по теме исследования и выполнен анализ получаемых результатов
<i>Количество баллов</i>		<i>10</i>	<i>15</i>	<i>20</i>
Сопоставление результатов анализа информационных источников и результатов теоретических и экспериментальных исследований,	Текст главы, отчет НИР	Получено качественное соответствие полученных результатов из информационных источников	Получено качественное и количественное соответствие полученных результатов и результатов из информационных источников	Получено качественное и количественное соответствие полученных результатов и результатов из информационных источников
<i>Количество баллов</i>		<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
Оценка эффективности полученных результатов	Текст главы, отчет НИР	Представлена теоретическая модель оценки эффективности полученных результатов	Представлена модель оценки эффективности полученных результатов, проверенная экспериментальным путем	Представлена собственная модель оценки эффективности полученных результатов, проверенная экспериментальным путем
<i>Количество баллов</i>		<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
Разработка рекомендаций по использованию результатов	Текст главы, отчет НИР	Разработаны достаточные рекомендации по использованию результатов	Разработаны рекомендации по использованию результатов, обозначены перспективы, нерешенные вопросы	Разработаны рекомендации по использованию результатов, обозначены перспективы, нерешенные вопросы, возможные пути решения
<i>Количество баллов</i>		<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>
Представление текста ВКР, включающего: оглавление, введение, теоретическую главу, практическую часть ВКР, список литературы, приложения.	Текст ВКР, отчет НИР	Представлен текст ВКР, включающий: оглавление, введение, теоретическую главу, практическую часть ВКР, список литературы, приложения (при необходимости). Соблюдение основных требований к содержанию и оформлению ВКР. Наличие логически непротиворечивой структуры ВКР. Наличие корректного введения и определения используемых терминов. Текст отвечает требованиям ясности, логичности, непротиворечивости, аргументативности. Стиль изложения	Представлен текст ВКР, включающий: оглавление, введение, теоретическую главу, практическую часть ВКР, список литературы, приложения (при необходимости). Соблюдение всех требований к содержанию и оформлению ВКР. Наличие рационального структурирования ВКР. Наличие корректного введения и определения используемых терминов, их самостоятельная интерпретация. Текст отвечает требованиям ясности, логичности,	Представлен текст ВКР, включающий: оглавление, введение, теоретическую главу, практическую часть ВКР, список литературы, приложения (при необходимости). Соблюдение всех требований к содержанию и оформлению ВКР. Наличие рационального структурирования ВКР. Наличие корректного введения и определения используемых терминов, их самостоятельная интерпретация. Текст отвечает требованиям ясности, логичности,



		соответствует литературной норме, присутствуют отдельные стилистические погрешности.	непротиворечивости, аргументативностью. Стиль изложения полностью соответствует литературной норме.	непротиворечивости, аргументативностью. Стиль изложения полностью соответствует литературной норме. Стиль изложения отличается яркостью, разумной метафоричностью.
<b>Количество баллов</b>		<b>5</b>	<b>10</b>	<b>15</b>
Подготовка и публикация тезисов, статей РИНЦ и ВАК	Представлен журнал с опубликованными работами	Опубликованы тезисы конференций или 1 статья РИНЦ	Опубликованы тезисы конференций, 1 статья РИНЦ	Опубликованы тезисы конференций, 1 или более статей ВАК
<b>Количество баллов</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
<b>Всего баллов по 4 этапу</b>		<b>40</b>	<b>70</b>	<b>100</b>

Оценка результатов НИР в 4 семестре производится по 100-балльной шкале с учётом следующих положений:

- «неудовлетворительной» считается НИР магистранта, результаты которой оценены 39 баллами и ниже;
- отметка «удовлетворительно» выставляется, если НИР оценивается в пределах 50-69 баллов;
- отметка «хорошо» выставляется при наличии от 70 до 85 баллов;
- отметка «отлично» - при наличии от 86 до 100 баллов.

**5. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения практики**

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Леушин И. О. Моделирование процессов и объектов в металлургии : учебник для вузов / И. О. Леушин. - Москва: ФОРУМ, 2015. – 206 с.	2
2	Карпенков С.Х.. Концепции современного естествознания : учеб. для вузов / С.Х.Карпенков .— 6-е изд., перераб. и доп .— М. : Высш. шк., 2011 .— 490 с.	5
3	Механика сплошной среды: учебное пособие для вузов: в 4 т. / Ю. И. Димитриенко; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана.— Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. Т. 4: Основы механики твёрдых сред .— 2013 .— 623 с.	30
4	Зубко И.Ю., Няшина Н.Д. Математическое моделирование: дискретные подходы и численные методы: учебное пособие для вузов. – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2012. – 364 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPU-elib3502">http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPU-elib3502</a>
5	Чикуров Н.Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие для вузов. – М.: РИОР: ИНФРА, 2013. –398 с.	1
6	Зарубин В. С. Моделирование : учебное пособие для вузов / В. С. Зарубин. - Москва: Академия, 2013. – 336 с.	3
<b>2. Дополнительная литература</b>		
7	Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / В.Н.Ашихмин, М.Б.Гитман, И.Э.Келлер, О.Б.Наймарк, В.Ю.Столбов, П.В.Трусов, П.Г.Фрик. Под ред. П.В.Трусова. - М.:«Логос», 2007. — 439 с.	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPU-elib2392">http://elib.pstu.ru/Record/RU_PNRPU-elib2392</a>
8	Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры / А.А.Самарский, А.П.Михайлов .— 2-е изд., испр .— М. : Физматлит, 2005 .— 316 с.	14
9	Самарский А.А. Введение в численные методы : учебное пособие для вузов / А. А. Самарский ; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова .— 3-е изд., стер .— Санкт-Петербург : Лань, 2005 .— 288 с.	40
10	Трусов П.В., Швейкин А.И. Теория пластичности: учебное пособие для вузов. – Пермь: изд-во ПНИПУ, 2011. – 418 с.	50
11	Горелик В.А. Исследование операций и методы оптимизации: учебник для вузов. – М.: Академия, 2013 .— 272 с.	6
<b>2.1. Периодические издания</b>		
12	Известия РАН. Механика твердого тела. В ПНИПУ с 1996 г.	
13	Прикладная механика и техническая физика. В ПНИПУ с 1995 г	
14	Вестник ПНИПУ. Механика. В ПНИПУ с 2012 г.	
15	Вычислительная механика сплошных сред. В ПНИПУ с 2008 г.	



## 6. Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики

### 6.1. Перечень программного обеспечения

Таблица 6.1 Состав лицензионного программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса на практике

№ п.п.	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	Операционная система Microsoft Windows	42615552	прикладное программное обеспечения для работы с электронными таблицами, процессорами; системами по работе с базами данных; интегрированными пакетами программ;
2	Microsoft Office	42661567	офисный пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных и др.
3	Microsoft Excel	42661567	прикладное программное обеспечения для работы с электронными таблицами, процессорами;
6	PascalABC.NET, свободная лиц. GNU LGPL		Среды разработки, тестирования и отладки
7	Java (JDK + JRE) Sun License ( GPL) свободное ПО		Среды разработки, тестирования и отладки
8	Embarcadero Delphi 2007, лиц.№ 33948 , 137 лиц. ПНИПУ 2008 г		Среды разработки, тестирования и отладки
9	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.		Прикладное программное обеспечение общего назначения

### 6.2. Перечень баз данных и информационных справочных систем

№ п/п	Наименование	Ссылка на информационный ресурс
1	Консультант Плюс – справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– .	Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный
2	eLibrary [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных: электрон. журн. на рус, англ., нем. яз.: реф. и наукометр. база данных] / Науч. электрон. б-ка. – Москва, 1999-.	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a> авторизованный доступ
3	Web of Science (Web of Knowledge) [Electronic resource: реф. и наукометр. база данных на англ. яз. по всем отраслям знания] / Thomson Reuters. – New York, 2001-.	<a href="http://apps.webofknowledge.com/">http://apps.webofknowledge.com/</a> авторизованный доступ
4	Лань [Электронный ресурс: электрон-библ. система: пол-нотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар, естеств, и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург: Лань, 2010-.	<a href="http://e.lanbook.com/">http://e.lanbook.com/</a> авторизованный доступ
5	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014.	<a href="http://elib.pstu.ru/">http://elib.pstu.ru/</a> авторизованный доступ
6	Science [Электронный ресурс]: [электрон. версия еженед. междисциплинар. науч. журн. на англ. яз.] / The American Association for the Advancement of Science (AAAS). – Washington, 2017.	<a href="http://www.sciencemag.org/magazine">http://www.sciencemag.org/magazine</a> авторизованный доступ
7	Электронная библиотека Юрайт [Электронный ресурс] : [платформа и полнотекстовая база данных : электрон. версии кн. по гуманитарн., естеств. и техн. наукам] / ООО «Электро. изд-во ЮРАЙТ». – [Москва, 2013-].	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a> авторизованный доступ
8	Springer [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн., книги, изображения, протоколы исследований на англ. и нем. яз.] / Springer Science+Business Media. – Berlin [etal.] : Springer, 1830-2014.	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a> авторизованный доступ
9	Scopus [Electronic resource : реф.-библиограф. и наукометр. (библио-метр.) база данных на англ. яз.] / Elsevier. – Amsterdam, 1960- .	<a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a> авторизованный доступ

10	<b>Web of Science</b> (WebofKnowledge) [Electronicresource ;реф. и наукометр. база данных на англ. яз. по всем отраслям знания] / ThomsonReuters. – NewYork, 2001- .	<a href="http://apps.webofknowledge.com/">http://apps.webofknowledge.com/</a> авторизованный доступ
----	--	--



### 7. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

Выполнение практики ориентировано на самостоятельную учебную деятельность под руководством и контролем руководителя практики от кафедры ММСП. Для выполнения индивидуальных заданий и написания отчетов студентам обеспечивается доступ к персональным компьютерам со стандартным набором программного обеспечения и сети Internet, а также обеспечивается доступ к электронным научным подписным ресурсам, периодическим изданиям и научной монографической литературе научной библиотеки ПНИПУ.

Таблица 7.1 Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра ММСП	317	70	10
2.	Аудитории, оборудованные ноутбуком, видеопроектором	Кафедра ММСП	316, 318	51×2	40×2

Таблица 7.2 Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	10	Оперативное управление	317

Зав. кафедрой ММСП д-р физ.-мат. наук, проф.



П.В. Трусов

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук



Д.С. Репецкий

*Форма титульного листа отчета по практике*

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



«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

Факультет прикладной математики и механики  
кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»  
направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

**О Т Ч Е Т**

**по производственной практике,  
научно-исследовательская работа (НИР)  
(промежуточный / заключительный отчет о НИР)  
(1 семестр)**

Тема исследования

---



---

Выполнил:

студент гр. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Проверил:

\_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О. руководителя НИР)

\_\_\_\_\_  
(оценка)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Пермь 20\_\_




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



«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

Факультет прикладной математики и механики  
кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»  
направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ММСП  
д-р физ.-мат. наук,  
профессор

 П.В. Трусов  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

### Рабочий график (план) проведения практики (НИР)

**Вид практики:** производственная практика  
**Тип практики:** научно-исследовательская работа (НИР)  
**Место проведения:** кафедра ММСП ПНИПУ  
**Сроки и продолжительность практики:** **1** семестр  
**Учебная группа:** ММ – 20–1м

СОСТАВИТЕЛЬ:

\_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О. руководителя НИР)

\_\_\_\_\_  
(подпись) \_\_\_\_\_ (дата)

Пермь 20\_\_

---

(Фамилия, Имя, Отчество)

### 1. Тема исследования:

---



---

#### Виды работ:

##### 1 семестр

Ознакомление с методологией проведения научных исследований, тематикой научно-исследовательских работ и выбор темы исследования; формулировка исследуемой проблемы.

Обобщение и критическая оценка результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями.

Выявление перспективных направлений исследования; составление программы собственного научного исследования.

Формулирование гипотезы научного исследования, обоснование актуальности, теоретической и практической значимости избранной темы исследования.

Постановка цели и задач исследования.

Другие виды работ, необходимые для выполнения НИР.

##### 2 семестр

Сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования;

Выбор методов и средств решения исследовательских задач;

Выполнение предварительных аналитических расчетов, критическая оценка и интерпретация полученных результатов

Другие виды работ, необходимые для выполнения НИР.

##### 3 семестр

Разработка математической модели исследуемого процесса (явления);

Разработка алгоритма численной реализации математической модели;

Численная реализация исследуемой задачи с использованием современных программных комплексов инженерного анализа;

Проведение тестовых вычислительных экспериментов по теме исследования и выполнение качественного анализа получаемых результатов.

Другие виды работ, необходимые для выполнения НИР.

##### 4 семестр

Проведение многовариантных натурных и вычислительных экспериментов по теме исследования

Выполнение анализа получаемых результатов,

Сопоставление результатов анализа информационных источников и результатов проведенных исследований,

Оценка эффективности полученных результатов, разработка рекомендаций по использованию результатов;

Подготовка доклада для выступления на научной конференции;

Подготовка научной статьи (научных статей)

### 2. ЦЕЛЬ: Формирование компетенций в соответствии с требованиями программы практики:

Формирование способности проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (ПКО-01); планировать и осуществлять программы научных исследований (ПКО-02).

#### Задачи:



- Приобретение совокупности методологических и методических знаний об основных этапах проведения НИР и видах деятельности на этих этапах.
- Формирование умений, необходимых для проведения различных этапов НИР: построения плана проведения НИР для исследования в области математического моделирования физико-механических процессов, определения теоретико-методологической основы исследования конкретной проблемы, формулировки и решения задач, возникающих в ходе научно-исследовательской деятельности и требующих углубленных профессиональных знаний, проведения необходимой библиографической работы, обоснованного выбора методов исследования (при необходимости – модифицирования существующих и разработки новых) и применения их при проведении исследования в области математического моделирования физико-механических процессов, использования современных информационных и компьютерных технологий при проведении НИР, проведения анализа результатов и представления их в виде законченных научно-исследовательских разработок (научных докладов, тезисов, научных статей, курсовых работ и др.).
- Развитие навыков самостоятельного проведения НИР в области математического моделирования физико-механических процессов, в результате приобретения которых магистрант должен получить научные результаты, составляющие основу магистерской диссертации.

### 3. Рабочий график (план) проведения практики

	Наименование этапа	Наименование работ	Сроки		Отметка о выполнении работы (оценка и подпись руководителя практики)
			начало	окончание	
1	1 семестр Этап 1. (теоретический)	<p>Ознакомление с методологией проведения научных исследований, тематикой научно-исследовательских работ и выбор темы исследования; формулировка исследуемой проблемы;</p> <p>-обобщение и критическая оценка результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями;</p> <p>-выявление перспективных направлений исследования; составление программы собственного научного исследования;</p> <p>-формулирование гипотезы научного исследования, обоснование актуальности, теоретической и практической значимости избранной темы исследования;</p> <p>-постановка цели и задач исследования.</p> <p>Подготовка промежуточного отчета</p>			
2	2 семестр Этап 2 (аналитический)	<p>-Сбор, обработка, анализ и систематизация информации по теме исследования;</p> <p>-Выбор методов и средств решения исследовательских задач;</p> <p>-Выполнение предварительных аналитических расчетов, критическая оценка и интерпретация полученных результатов.</p> <p>Подготовка промежуточного отчета</p>			
3	3 семестр Этап 3 (проектный)	<p>Разработка математической модели исследуемого процесса (явления);</p> <p>Разработка алгоритма численной реализации математической модели;</p> <p>Численная реализация исследуемой задачи с использованием современных программных комплексов инженерного анализа;</p> <p>Проведение тестовых вычислительных экспериментов по теме исследования и выполнение качественного анализа получаемых результатов.</p> <p>Подготовка промежуточного отчета</p>			

4	4 семестр Этап 4. (заключительный)	Проведение многовариантных натуральных и вычислительных экспериментов по теме исследования -выполнение анализа получаемых результатов, -сопоставление результатов анализа информационных источников и результатов проведенных исследований, -оценка эффективности полученных результатов, разработка рекомендаций по использованию результатов; -подготовка доклада для выступления на научной конференции; -подготовка научной статьи (научных статей) Оформление заключительного отчета по НИР и презентация научного доклада			
---	--	---	--	--	--

4. Место прохождения практики: кафедра ММСП ПНИПУ

5. Срок сдачи студентом отчета по практике руководителю практики от кафедры:

#### 6. Содержание отчета

##### 1 семестр

1. Содержательная формулировка исследуемой проблемы
2. Аналитический обзор и критическая оценка результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями
3. Программы собственного научного исследования
4. Формулировка гипотез научного исследования, обоснование актуальности, теоретической и практической значимости избранной темы исследования;
5. Формулировка цели и задач исследования
6. Отзыв научного руководителя практики.

##### 2 семестр

1. Анализ и систематизация информации по теме исследования.
2. Обоснование выбора методов и средств решения исследовательских задач.
3. Предварительные аналитические расчеты, критическая оценка и интерпретация полученных результатов.
4. Отзыв научного руководителя практики.

##### 3 семестр

1. Описание математической модели исследуемого процесса (явления)
2. Описание разработанного алгоритма численной реализации математической модели
3. Результаты тестовых вычислительных экспериментов по теме исследования; качественный анализ получаемых результатов
4. Отзыв научного руководителя.

##### 4 семестр

1. Результаты идентификации и верификации математической модели
2. Анализ получаемых результатов, сопоставление результатов анализа информационных источников и результатов проведенных исследований
3. Оценка эффективности полученных результатов.
4. Рекомендации по использованию результатов.
5. Отзыв научного руководителя.

#### 7. Требования к разрабатываемой отчетной документации

Результаты работ должны быть представлены в форме отчета о выполнении работ, оформленного в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001. Отчет о НИР. Структура и правила оформления.



Отчет о НИР должен содержать:

- титульный лист,
- оглавление,
- рабочий график (план) проведения практики (НИР),
- введение,
- основную часть,
- заключение,
- список литературы,
- приложения (при необходимости).

Основные требования к отчету:

- Введение должно содержать общую характеристику проблемы, ее место в общем процессе исследования, а также сформулированные исходные данные, цели работы и задачи.

- Заключение должно включать выводы, касающиеся полученных результатов; методы и процедуры исследования.

- Основная часть отчета должна включать подробное представление указанных в п. 3 видов работ. Полнота освещения должна обеспечивать оценивание уровня освоения соответствующих элементов компетенций.

- Отчет должен быть отпечатан на формате А4 и подшит в папку.

- Объем отчета до 15 страниц машинописного текста (шрифт 14пт, Times New Roman, через 1,5 интервал).

- В заключительный отчет должны войти аннотированные промежуточные отчеты.

Страницы не обводятся в рамках, поля не отделяются чертой. Размеры полей: левого – 30 мм, правого – 10 мм, верхнего – 20 мм и нижнего – 20 мм. Нумерация страниц отчета - сквозная: от титульного листа до последнего листа приложений. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Номер страницы ставят в центре нижней части листа, точка после номера не ставится. Страницы, занятые таблицами и иллюстрациями, включают в сквозную нумерацию.

Титульный лист является первым листом отчета, после которого помещается индивидуальное задание на практику, содержащее рабочий график (план) выполнения НИР. Титульный лист и задание не нумеруются, но входят в общее количество страниц. Титульный лист отчета оформляется по установленной единой форме. За индивидуальным заданием в отчете помещается содержание, основная часть, заключение, список литературы, приложения. Основная часть включает разбивку на параграфы (см. Содержание отчета). К основному разделу отчета прикладываются отзыв руководителя НИР.

Разделы отчета нумеруют арабскими цифрами в пределах всего отчета. Наименования разделов должны быть краткими и отражать содержание раздела. Переносы слов в заголовке не допускаются. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь номер и тематическое название. Таблицу следует помещать после первого упоминания о ней в тексте. Приложения оформляют как продолжение отчета. В приложении помещают материалы, не вошедшие в основной текст отчета.

Задание принял к исполнению

\_\_\_\_\_ (И.О. Фамилия)  
(подпись) (Ф.И.О.)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

**ОТЗЫВ**  
**руководителя производственной практики (НИР)**

Студентом (кой) \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Факультет прикладной математики и механики

Кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Профиль программы магистратуры: «Математическое моделирование физико-механических процессов»

Квалификация: магистр

Место прохождения практики: Кафедра «Математическое моделирование систем и процессов»

Время прохождения практики: \_\_\_\_ семестр

Наименование темы \_\_\_\_\_

Руководитель НИР \_\_\_\_\_

(Ф.И.О., место работы, должность, ученое звание, степень)

№ п/п	Критерии оценки учебной практики	отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
1	Исследовательская активность и самостоятельность студента	В полной мере	В достаточной степени	Частично	Отсутствует
2	Новизна и актуальность выбранных источников информации и использованных инструментов поиска информации	Учтены последние разработки, использованы многочисленные инструменты поиска информации	Учтены последние разработки, использовано достаточно инструментов поиска информации	Учтены базовые разработки, использованы отдельные инструменты поиска информации	Не учтены базовые разработки, использованы отдельные инструменты поиска информации
	Аналитический обзор	Представлен детальный и глубокий аналитический обзор научно-практической литературы по теме исследования	Представлен детальный аналитический обзор научно-практической литературы по теме исследования	Представлен аналитический обзор основной научно-практической литературы по теме исследования	Аналитический обзор основной научно-практической литературы по теме исследования не представлен
3	Выбор методов и методик исследования	Представлен обоснованный выбор методов исследования. Представлены собственные методики анализа.	Представлен обоснованный выбор методов исследования. Представлена самостоятельная адаптация методов анализа.	Представлен обоснованный выбор основных методов исследования.	Представлен не обоснованный выбор методов исследования.
4	Исследование объекта и предмета НИР, разработка и анализ теоретического обоснования объекта НИР	Глубокое и самостоятельное научное обоснование достоверности и верифицируемости результатов теоретических и экспериментальных исследований	Глубокое научное обоснование достоверности и верифицируемости результатов теоретических и экспериментальных исследований	Достаточное научное обоснование достоверности и верифицируемости результатов теоретических и экспериментальных исследований	Не достаточное научное обоснование достоверности и верифицируемости результатов теоретических и экспериментальных исследований
5	Полученные результаты.	Обоснованы полностью.	Обоснованы в достаточной степени.	Обоснованы в недостаточной степени.	Не обоснованы.



№ п/п	Критерии оценки учебной практики	отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
6	Разработка рекомендаций по использованию результатов.	Разработаны рекомендации по использованию результатов, обозначены перспективы, нерешенные вопросы, возможные пути решения.	Разработаны рекомендации по использованию результатов, обозначены перспективы, нерешенные вопросы.	Разработаны достаточные рекомендации по использованию результатов.	Разработаны фрагментарные и несистемные рекомендации по использованию результатов.
7	Оценка эффективности полученных результатов.	Представлена собственная модель оценки эффективности полученных результатов, проверенная экспериментальным путем.	Представлена модель оценки эффективности полученных результатов, проверенная экспериментальным путем.	Представлена теоретическая модель оценки эффективности полученных результатов.	Теоретическая модель оценки эффективности полученных результатов не представлена.
8	Выступление на НИС / кафедре / предзащите	Полностью соответствует	Достаточно соответствует	Частично соответствует	Не соответствует
9	Общая оценка за НИР __ семестр				

Выполненные виды работ направлены на *формирование способности* проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований (ПКО-01); планировать и осуществлять программы научных исследований (ПКО-02). Полученные научные результаты и выводы рекомендуем к использованию в ВКР.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Руководитель практики (НИР)  
\_\_\_\_\_ (подпись)

