



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 «Вычислительная математика, механика и биомеханика»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н.В. Лобов

2021 г.



**РАБОЧАЯ  
ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**

**Вид практики:** Производственная практика

**Тип практики:** научно-исследовательский семинар (НИС)

**Форма проведения:** распределенная в семестре

**Объем практики:** 4 ЗЕ

**Продолжительность практики:** 144 ч. (2-3 семестры)

**Виды контроля:** зачет во 2 семестре, диф. зачет в 3 семестре

**Уровень высшего образования:** магистратура

**Форма обучения:** очная

**Направление подготовки:** 15.04.03 Прикладная механика

**Направленность образовательной программы:** Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

## 1. Общие положения

В соответствии с Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» 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 заданных компетенций, обеспечивающих подготовку магистрантов к научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования в нелинейных механических системах; публичного представления результатов исследования.

**Задачи:**

- изучение современных методов численного моделирования решения задач механики деформируемого твердого тела (МДТТ) с нелинейными термомеханическими свойствами;
- приобретение опыта выполнения анализа получаемых результатов;
- оформление отчета, содержащего материалы этапов работы, раскрывающих уровень освоения заданного перечня компетенций;
- формирование навыков представления результатов научных исследований.

### 1.2. Место практики в структуре образовательной программы

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

#### 1.2.2. Курс: 1-2 (2-3 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
Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг	Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг	-	-	-	-	-	-

### 1.3. Способ проведения практики

Стационарная практика.

### 1.4. Место проведения практики

Практика проводится на кафедре «Вычислительная математика, механика и биомеханика» 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.

### 1.5. Формы отчетности по практике

Письменный отчет по практике в форме отчетов по НИС; 2 семестр – зачет, 3 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 соотношены планируемые результаты обучения	Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики
<p><b>ПКО-1.</b> Способен определять направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, техники и технологии, выделять при этом из рассматриваемой проблемы задачу механики, применять физико-механические, математические и компьютерные модели при решении научно-технических задач в области прикладной механики с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды.</p>	<p><b>ИД-1<sub>пко-1</sub></b> Знает основные направления перспективных исследований в области прикладной механики с учетом мировых тенденций развития науки, а также основные методы и подходы к построению математических моделей различных объектов исследования с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды;</p> <p><b>ИД-2<sub>пко-1</sub></b> Умеет выделять из рассматриваемой проблемы задачи механики с учетом мировых тенденций развития науки и перспективных исследований в области механики, а также, формулировать уравнения математической модели рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды, принимая необходимые гипотезы, выполнять качественный анализ математической модели;</p> <p><b>ИД-3<sub>пко-1</sub></b> Владеет навыками построения математических моделей рассматриваемого объекта с использованием научно-методического аппарата механики сплошной среды с учетом необходимых гипотез, а также выполнять качественный анализ математической модели с учетом мировых тенденций развития науки и перспективных исследований в области механики.</p>	<p><b>Знать</b> методы представления в устной и графической форме результатов анализа научных данных в области биомеханики.</p> <p><b>Уметь</b> выражать в устной и графической форме результаты обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по выбранному направлению исследований с использованием современных информационных технологий.</p> <p><b>Владеть</b> навыками оформления результатов литературного обзора и анализа литературных данных по выбранной теме исследования в письменной и графической форме, оформления доклада о научно-исследовательской работе и сопроводительных материалов.</p>

### 3. Содержание практики

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

Основной целью производственной практики (НИС) является изучение нелинейных моделей термомеханического поведения деформируемых твердых тел, а также формирование навыков устного выступления, защиты полученных результатов исследования в процессе научной дискуссии, выполнение самостоятельной работы, как части навыков, необходимых для успешной защиты магистерской диссертации.

Общая трудоемкость НИС составляет 4 зачетных единицы (144 академических часа).

Общая структура производственной практики (НИС) предусматривает 3 этапа:

#### Этап 1 (семестр 2). Теоретический и аналитический

ПЗ – 16 ч, КСР – 2 ч, СРС – 54ч.

На первом этапе каждый студент получает индивидуальное задание по тематике, определенной преподавателем. Промежуточные результаты работы докладываются во время аудиторных занятий в форме семинара.

Этап разбивается на следующие стадии:

*Изучение имеющегося методического и исследовательского материала для выбранной физической модели*



- изучение выбранной модели термомеханического поведения сплошной среды по данным учебных, методических и справочных источников;
- обзор научных публикаций по выбранной тематике.

### ***Выбор метода решения и формирование математической модели задачи механики***

- обсуждение с преподавателем и выбор конкретной задачи МДТТ, включающей объект(ы) с заданным термомеханическим поведением;
- выбор типа конечно-элементной реализации в ANSYS;
- формирование системы упрощающих гипотез, позволяющей получить результат заданной точности с минимальными затратами машинных ресурсов;
- идентификация материальных констант определяющих соотношений по данным литературных источников;
- проведение верификационных численных экспериментов на виртуальных аналогах натуральных образцов;
- построение геометрической и конечно-элементной моделей рассматриваемой задачи, проведение тестовых расчетов.

### ***Решение поставленной задачи и анализ полученных результатов***

- Решение нелинейной краевой задачи механики деформируемого твердого тела в квазистационарной или нестационарной постановке средствами ANSYS Mechanical APDL;
- представление полученных результатов в графической (распределение в объеме и на плоскости, двумерные и трехмерные графики выходных данных) и текстовой (анализ и подтверждение достоверности) формах;
- передача данных для представления и анализа в специализированных приложениях (MatLab, MS Excel, MS Word и др.);
- формирование и проверка рекомендаций по совершенствованию конструкции или технологических параметров процесса, способствующих повышению эксплуатационных характеристик объекта исследования;
- разработка резюмирующей части работы, включающей основные выводы и возможные направления дальнейших исследований.

Этап завершается оформлением промежуточного отчета по практике за 1-й этап НИС в форме, удовлетворяющей требованиям к научным статьям и его защитой на научно-исследовательском семинаре.

## **Этап 2 (семестр 3). Практическая реализация знаний по всем изученным тематикам**

ПЗ – 16 ч, КСР – 2 ч, СРС – 54ч.

Во втором семестре каждый студент решает несколько задач, по возможности охватывающие все тематики, разработанные индивидуально на первом этапе.

Включает следующие общие виды работ.

### ***Подготовка под руководством преподавателя заданий для выполнения одногруппниками.***

По результатам выполнения первого этапа работ каждый студент («донор») формирует несколько задач, аналогичных решенной им ранее, но меньшей по объему вычислительных ресурсов. Варианты задач могут отличаться как варьируемыми размерами ключевых объектов, так и их (объектов) составом и свойствами. Количество вариантов должно соответствовать числу одногруппников («реципиентов»). Условия задач с полным перечнем размерных и физико-механических параметров оформляются в виде раздела работы, следующего за созданным в предыдущем семестре промежуточным отчетом и согласуются с преподавателем.

Полученные таким образом методические материалы вместе с исходными кодами на APDL передаются от «доноров» к «реципиентам».

### ***Решение полученных задач***

Каждый студент получает полный пакет отчетов с заданиями, охватывающими все изучаемые в предыдущем семестре тематики. Преподаватель осуществляет отбор вариантов заданий индивидуально так, чтобы они включали, по возможности, все классы рассмотренных физических моделей, а число задач не превышало 5.

Далее процесс решения и оформления полученных результатов в виде отчета по каждой задаче производится по схеме, описанной для первого этапа.

Промежуточные результаты работы докладываются во время аудиторных занятий в форме семинара. Окончательный результат размещается в заключительном отчете.

Содержание практики по видам работ и результатам обучения при прохождении производственной практики (НИС) 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	2	3	4	5	6
1	<p><b>Этап 1 (семестр 2). Создание численного аналога и решение индивидуальной задачи по выбранной тематике</b></p> <p>Этап разбивается на следующие стадии:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение имеющегося методического и исследовательского материала для выбранной физической модели</li> <li>- Выбор метода решения и формирование математической модели задачи механики</li> <li>- Решение поставленной задачи и анализ полученных результатов</li> </ul> <p>Этап завершается оформлением промежуточного отчета по практике за 1-й этап НИС в форме, удовлетворяющей требованиям к научным статьям и его защитой на научно-исследовательском семинаре.</p>	ПКО-1	<p><b>Знать</b> методы представления в устной и графической форме результатов анализа научных данных в области биомеханики.</p> <p><b>Уметь</b> выражать в устной и графической форме результаты обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по выбранному направлению исследований с использованием современных информационных технологий.</p> <p><b>Владеть</b> навыками оформления результатов литературного обзора и анализа литературных данных по выбранной теме исследования в письменной и графической форме, оформления доклада о научно-исследовательской работе и сопроводительных материалов.</p>	<p>Промежуточный отчет.</p> <p>Выступление на НИС.</p> <p>Зачет</p>	<p>Выполнены работы 1-го этапа НИС.</p> <p>Оформлен промежуточный отчет по практике за 1-й этап НИС.</p> <p>Выполнены другие виды работ, необходимые для выполнения НИС.</p> <p>Проведена защита отчета на научно-исследовательском семинаре.</p>



2	<p><b>Этап 2 (семестр 3). Практическая реализация знаний по всем изученным темам</b></p> <p>Во втором семестре каждый студент решает несколько задач, по возможности охватывающие все тематики, разработанные индивидуально на первом этапе.</p> <p>Включает следующие общие виды работ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Подготовка заданий для выполнения одноклассниками.</li> <li>- Решение полученных задач</li> </ul> <p>Промежуточные результаты работы докладываются во время аудиторных занятий в форме семинара. Окончательный результат размещается в заключительном отчете</p>	ПКО-1	<p><b>Знать</b> методы представления в устной и графической форме результатов анализа научных данных в области биомеханики</p> <p><b>Уметь</b> выражать в устной и графической форме результаты обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений по выбранному направлению исследований с использованием современных информационных технологий.</p> <p><b>Владеть</b> навыками оформления результатов литературного обзора и анализа литературных данных по выбранной теме исследования в письменной и графической форме, оформления доклада о научно-исследовательской работе и сопроводительных материалов.</p>	Заключительный отчет. Доклад на НИС. Диф. Зачет	<p>Выполнены работы 2-го этапа НИС.</p> <p>Составлен заключительный отчет.</p> <p>Выполнены другие виды работ, необходимые для выполнения НИС.</p> <p>Проведена его защита на научно-исследовательском семинаре.</p>
---	--	-------	---	---	--

Тематика НИС соотносится с профессиональными задачами, определенными СУОС ПНИПУ по направлению подготовки 15.04.03 Прикладная механика, научными направлениями кафедры «Вычислительная математика, механика и биомеханика».

Выпускающей кафедрой, осуществляющей научное руководство выполнением НИС, разрабатываются и формулируются конкретные темы НИС. Тематика НИС 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 НИС 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 НИС должны формулироваться с учетом научных интересов магистрантов и могут быть развитием научных результатов, полученных на предыдущих ступенях образования. Темы НИС должны обеспечивать следующие свойства выполняемой работы:

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

Предполагаемая тематика НИР:

1. Пороупругость (Porous Elasticity), задачи на применение пористых материалов, в т.ч. в биомеханике
2. Пластичность (Rate-Independent Plasticity), технологические задачи обработки металлов давлением, аддитивные технологии, горная и строительная механика
  - 2.1. Друкер-Прагер (Classic Drucker-Prager)
  - 2.2. Расширенный Друкер-Прагер (Extended Drucker-Prager (EDP))
  - 2.3. Расширенный Друкер-Прагер с крышкой (Extended Drucker-Prager Cap)
  - 2.4. Гурсон (Gurson)
  - 2.5. Литое железо (Cast Iron)
  - 2.6. Крошащаяся пена (Crushable Foam)
3. Гиперэластичность (Hyperelasticity), технология производства и эксплуатация изделий из эластомеров
  - 3.1. Arruda-Boyce Hyperelasticity
  - 3.2. Blatz-Ко Foam Hyperelasticity
  - 3.3. Extended Tube Hyperelasticity
  - 3.4. Gent Hyperelasticity
  - 3.5. Mooney-Rivlin Hyperelasticity
  - 3.6. Neo-Hookean Hyperelasticity
  - 3.7. Ogden Hyperelasticity
  - 3.8. Ogden Compressible Foam Hyperelasticity
  - 3.9. Polynomial Form Hyperelasticity
  - 3.10. Response Function Hyperelasticity
  - 3.11. Yeoh Hyperelasticity
4. Геомеханика (Geomechanics), задачи горной и строительной механики
  - 4.1. Cam-clay
  - 4.2. Mohr-Coulomb
  - 4.3. Jointed Rock
  - 4.4. Drucker-Prager Concrete
  - 4.4. Menetrey-Willam
5. Пористая среда (Porous Media), расчет миграции жидких наполнителей в пористых средах для производства полимерных композитов, в горной и строительной механике, биомеханике
6. Прокладка (Gasket), задачи на герметичность стыков в изделиях аэрокосмической отрасли
7. Разбухание (Swelling), задачи атомной энергетики
8. Сплавы с памятью формы (СПП) (Shape Memory Alloy (SMA)), задачи применения СПП в машиностроении, производстве радиоэлектронике, медицине
  - 8.1. SMA Model for Superelasticity
  - 8.2. SMA Material Model with Shape Memory Effect

### 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 НИС

№ п/п	Виды учебных работ	Трудоемкость в АЧ		Всего
		По семестрам		
		2	3	
1	Аудиторная контактная работа	18	18	36
	– практические занятия	16	16	32
	– лабораторные работы	-	-	-
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	4
2	Иная работа студента на практике:	54	54	108
	– выполнение исследований по этапам задания	24	22	46



	– проведение экспериментов	24	22	46
	– подготовка промежуточного отчета	6	-	6
	– подготовка заключительного отчета	-	10	10
3	Трудоемкость			
	Всего: в академич. часах (АЧ) в зачетных единицах (ЗЕТ)	72 2	72 2	144 4

### 3.3. Перечень тем практических занятий

#### Во 2 семестре

Номер практического занятия	Наименование темы практического занятия
1	Обзор и выбор физической модели термомеханического поведения сплошной среды
2	Изучение имеющегося методического и исследовательского материала для выбранной физической модели
3	Выбор метода решения и формирование математической модели задачи механики
4	Решение поставленной задачи, анализ и представление полученных результатов

#### В 3 семестре

Номер практического занятия	Наименование темы практического занятия
5	Формирование типовых задач, аналогичных решенной в 1 семестре
6	Сбор методических материалов, в том числе с исходными кодами на APDL
7	Решение и оформление полученных результатов по каждой задаче
8	Анализ и представление полученных результатов

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

#### 3.3.1. Этапы организации НИС

Процесс организации научно-исследовательского семинара состоит из трех этапов:

1. подготовительный;
2. основной;
3. 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 НИС;
- с этапами проведения НИС;
- с требованиями, которые предъявляются к документации по НИС;
- 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 НИС и темы магистерской диссертации.

### **Основной этап**

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

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

Предусматриваются 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 НИС и проводится в период соответствующей сессии.

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

### **3.4.2. Руководители НИР**

Руководство НИР может осуществляться как штатными преподавателями, так и преподавателями-совместителями.

Руководители НИР:

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

### **3.4.3. Обязанности обучающихся**

Обучающийся при выполнении НИС 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 НИС, сдавать зачеты по НИС.



### 3.4.4. Тематика индивидуальных заданий на практику

При прохождении практики виды работ должны быть направлены на формирование умений и навыков в следующих областях:

1. Сбор и анализ информации по выбранному направлению исследований с использованием современных информационных технологий. Формулирование темы магистерской диссертации, обоснование ее актуальности. Литературный обзор по выбранной теме. Формирование цели и конкретных задач исследования.

2. Выбор методик исследования в соответствии с целью и задачами исследования. Практическое освоение методик исследования, используемых научных приборов и оборудования

3. Выполнение теоретических расчетов. Анализ ожидаемых зависимостей на основе результатов теоретических расчетов и экспериментальных исследований.

4. Экспериментальное исследование. Обобщение и обсуждение результатов проведенного исследования, определение научной новизны, теоретической значимости и практической ценности результатов исследования. Подготовка результатов исследования в письменной, табличной и графической формах.

5. Публичное представление полученных результатов в форме доклада с необходимыми демонстрационными материалами.

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

Критерии оценивания сформированности компетенций и шкала оценивания промежуточной аттестации по практике представлены в таблицах 4.1-4.2

Таблица 4.1 – Критерии оценки уровней освоения компетенций при прохождении практики во 2 семестре

Вид деятельности, средство контроля		Оценочные средства и количество баллов		
		пороговый	продвинутый	высокий
<b>Этап 1 (семестр 2). Аналитический</b>				
Подготовка материалов для публичного обсуждения процесса научно-исследовательской работы	Выступления с докладами на практических занятиях	Подготовлен доклад. Магистрантом в целом даны правильные ответы на поставленные вопросы при отдельных неточностях и несущественных ошибках.	Доклад выстроен последовательно, логично. Магистрантом даны правильные ответы на все вопросы при несущественных неточностях по отдельным аспектам.	Доклад выстроен последовательно, логично. Магистрантом даны правильные исчерпывающие ответы на все вопросы.
<b>Количество баллов</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>20</b>
Представление результатов подготовки исследования	Выступления с докладами на практических занятиях	При помощи преподавателя может сформулировать основные результаты подготовки исследования. Магистрант при поддержке преподавателя владеет практическими навыками публичного представления результатов самостоятельной работы.	Представлены основные результаты подготовки исследования. Магистрант владеет основными практическими навыками публичного представления самостоятельной работы.	Четко сформулированы результаты подготовки исследования. Представленные результаты содержат элементы научной новизны. Магистрант уверенно владеет практическими навыками публичного представления результатов самостоятельной работы.
<b>Количество баллов</b>		<b>25</b>	<b>30</b>	<b>40</b>
Представление результатов исследования в виде отчета	отчет НИС	С помощью научного руководителя подготовлен отчет по НИС. Магистрант при поддержке преподавателя владеет практическими навыками публичного представления промежуточного отчета.	Отчет подготовлен при поддержке научного руководителя. Магистрант владеет основными практическими навыками публичного представления промежуточного отчета	Отчет подготовлен самостоятельно. Научным руководителем внесены уточнения. Магистрант уверенно владеет практическими навыками публичного представления промежуточного отчета.
<b>Количество баллов</b>		<b>25</b>	<b>35</b>	<b>40</b>
<b>Всего баллов по 1 этапу</b>		<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>



Оценка результатов НИС 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 4.2 – Критерии оценки уровней освоения компетенций при прохождении практики в 3 семестре

Вид деятельности, средство контроля		Оценочные средства и количество баллов		
		пороговый	продвинутый	высокий
<b>Этап 2 (семестр 3). Проектный</b>				
Подготовка материалов для публичного обсуждения процесса научно-исследовательской работы	Выступления с докладами на практических занятиях	Подготовлен доклад. Магистрантом в целом даны правильные ответы на поставленные вопросы при отдельных неточностях и несущественных ошибках.	Доклад выстроен последовательно, логично. Магистрантом даны правильные ответы на все вопросы при несущественных неточностях по отдельным аспектам.	Доклад выстроен последовательно, логично. Магистрантом даны правильные исчерпывающие ответы на все вопросы.
<b>Количество баллов</b>		<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
Представление результатов подготовки исследования	Выступления с докладами на практических занятиях	При помощи преподавателя может сформулировать основные результаты подготовки исследования. Магистрант при поддержке преподавателя владеет практическими навыками публичного представления результатов самостоятельной работы.	Представлены основные результаты подготовки исследования. Магистрант владеет основными практическими навыками публичного представления самостоятельной работы.	Четко сформулированы результаты подготовки исследования. Представленные результаты содержат элементы научной новизны. Магистрант уверенно владеет практическими навыками публичного представления результатов самостоятельной работы.
<b>Количество баллов</b>		<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>
Представление текста отчета по практике НИС	Текст отчета по практике НИС	<i>Представлен текст отчета по практике НИС включающий: оглавление, введение, теоретическую главу, практическую часть, список литературы, приложения (при необходимости). Текст отвечает требованиям ясности, логичности, непротиворечивости, аргументативности. Стиль изложения соответствует литературной норме, присутствуют отдельные стилистические погрешности.</i>	<i>Представлен текст отчета по практике НИС, включающий: оглавление, введение, теоретическую главу, практическую часть, список литературы, приложения (при необходимости). Текст отвечает требованиям ясности, логичности, непротиворечивости, аргументативности.</i> <i>Стиль изложения полностью соответствует литературной норме.</i>	<i>Представлен текст отчета по практике НИС, включающий: оглавление, введение, теоретическую главу, практическую часть, список литературы, приложения (при необходимости). Текст отвечает требованиям ясности, логичности, непротиворечивости, аргументативности.</i> <i>Стиль изложения полностью соответствует литературной норме. Стиль изложения отличается яркостью, разумной метафоричностью.</i>
<b>Количество баллов</b>		<b>15</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
<b>Всего баллов по 2 этапу</b>		<b>60</b>	<b>80</b>	<b>100</b>

Оценка результатов НИС в 3 семестре и в целом производится по 100-балльной шкале с учётом следующих положений:

- «неудовлетворительной» считается НИС магистранта, результаты которой оценены 49 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.	Геомеханика. Учебник для вузов. Том 1. Основы геомеханики Баклашов И.В. Издание: Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2005 г., 208 стр., УДК: 622.02:531, ISBN: 5-7418-0325-3 <a href="https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geomehanika-tom-1-baklashov-iv-2004.pdf">https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geomehanika-tom-1-baklashov-iv-2004.pdf</a>	Интернет-ресурс
2.	Геомеханика. Учебник для вузов. Том 2. Геомеханические процессы Баклашов И.В., Борисов В.Н., Картозия Б.А., Шашенко А.Н. Издание: Издательство Московского государственного горного университета, Москва, 2004 г., 249 стр., УДК: 622.02:531, ISBN: 5- 7418-0326-1 <a href="https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geomehanika-tom-2-baklashov-iv-2004.pdf">https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geomehanika-tom-2-baklashov-iv-2004.pdf</a>	Интернет-ресурс
3.	<a href="https://ansyshelp.ansys.com/account/secured?returnurl=/Views/Secure/corp/v192/ans_mat/Мр8sq16cldm.html">https://ansyshelp.ansys.com/account/secured?returnurl=/Views/Secure/corp/v192/ans_mat/Мр8sq16cldm.html</a>	Интернет-ресурс
4.	П.И. Бегун, П.Н. Афонин. Моделирование в биомеханике. – М.: Высшая школа, 2004. – 392 с.	80
5.	Ю.И. Няшин, В.А. Лохов. Основы биомеханики. – ПГТУ, 2008. – 210 с.	100+эб
<b>2. Дополнительная литература</b>		
1.	Геомеханика и флюидодинамика Николаевский В.Н. Издание: Недра, Москва, 1996 г., 447 стр., УДК: 531.4+550.34+551.243+622.24+622.276+622.279, ISBN: 5-247- 03675-1 <a href="https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-nikolaevskiy-geomehanika-i-flyuidodinamika.pdf">https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-nikolaevskiy-geomehanika-i-flyuidodinamika.pdf</a>	Интернет-ресурс
2.	Р.Н. Рудаков, Ю.И. Няшин, О.Р. Ильялов, Р.М. Подгаец Теоретическая механика и ее приложения к решению задач биомеханики. – ПГТУ, 2010. – 141 с.	25+эб



## 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	Windows 7, бесплатная лицензия для учебного процесса MS Imagine	прикладное программное обеспечение 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	ANSYSMechanical13	Лиц.дог. 444632 ЦВВС	система управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением

### 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: полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитарн., 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

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

Выполнение практики ориентировано на самостоятельную учебную деятельность под руководством и контролем руководителя практики от кафедры. Для выполнения индивидуальных заданий и написания отчетов студентам обеспечивается доступ к персональным компьютерам со стандартным набором программного обеспечения и сети Internet.

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	Мультимедийный компьютерный класс	Кафедра ВМиМ	105, корпус Г	71,9	25
2	Компьютерный класс	Кафедра ВМиМ	106, корпус Г	33,7	8
3	Мультимедийный компьютерный класс	Кафедра ВМиМ	301, корпус Г	71,9	15

Таблица 7.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Компьютеры	25	оперативное управление	105, корпус Г
2	Мультимедиа проектор с аудиосистемой	1	оперативное управление	105, корпус Г
3	Компьютеры	8	оперативное управление	106, корпус Г
4	Компьютеры	15	оперативное управление	301, корпус Г
5	Мультимедиа проектор	1	оперативное управление	301, корпус Г

Зав. кафедрой ВММБ д-р техн. наук, проф.



В.Ю. Столбов

СОГЛАСОВАНО

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук



Д.С. Репецкий





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 «Вычислительная математика, механика и биомеханика»  
направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика

**О Т Ч Е Т**  
**по производственной практике,**  
**научно-исследовательский семинар (НИС)**  
**(промежуточный / заключительный отчет по НИС)**  
**( \_\_\_ семестр)**

Тема исследования

---



---

Выполнил студент гр. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Проверил:

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

\_\_\_\_\_  
(оценка)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Пермь 20\_\_

## **1. Введение**

### **Цели и задачи производственной практики (НИС)**

**Цель:** формирование заданных компетенций, обеспечивающих подготовку магистрантов к научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования в нелинейных механических системах; публичного представления результатов исследования.

### **Задачи:**

- изучение современных методов численного моделирования решения задач механики деформируемого твердого тела (МДТТ) с нелинейными термомеханическими свойствами;
- приобретение опыта выполнения анализа получаемых результатов;
- оформление отчета, содержащего материалы этапов работы, раскрывающих уровень освоения заданного перечня компетенций;
- формирование навыков представления результатов научных исследований.

## **2. Основная часть**

Включает разделы (задания), обозначенные в рабочем плане (графике) НИС

## **3. Заключение**

## **4. Список использованной литературы**

## **5. Приложения (при необходимости)**



**Форма рабочего графика (плана) с индивидуальным заданием на практику (НИС)**

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 «Вычислительная математика, механика и биомеханика»  
направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой ВММБ  
д-р техн. наук, профессор

\_\_\_\_\_ В.Ю. Столбов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

**Вид практики:** производственная практика  
**Тип практики:** научно-исследовательский семинар (НИС)  
**Место проведения:** кафедра «ВММБ» ПНИПУ  
**Сроки и продолжительность практики:** \_\_\_\_ семестр  
**Учебная группа:** \_\_\_\_\_

СОСТАВИТЕЛЬ:

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

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(дата)

Пермь 20\_\_

## Индивидуальное задание на практику (НИС) студента группы \_\_\_\_\_

(Фамилия, Имя, Отчество)

1. Тема исследования: \_\_\_\_\_

**Виды работ:****2 семестр**

Подготовка материалов для публичного обсуждения по результатам выполнения научно-исследовательской работы:

- по характеристике объекта исследования;
- по разработке инструментария научного исследования;
- по порядку сбора, обработки, анализа и систематизации информации по темам исследования;
- по выбору методов и средств решения исследовательских задач;
- по методике выполнения аналитических расчетов;

Оформление промежуточного отчета по практике за 1-й этап НИС и его защита на научно-исследовательском семинаре.  
Другие виды работ, необходимые для выполнения НИС.**3 семестр**

Подготовка материалов для публичного обсуждения по результатам выполнения научно-исследовательской работы:

- по разработке математической модели исследуемого процесса;
- по численной реализации исследуемой задачи с использованием современных программных комплексов;
- по проведению экспериментов по теме исследования и выполнению качественного анализа получаемых результатов;
- по разработке рекомендаций по использованию результатов;

Оформление доклада по НИС, заключительного отчета по практике и его защита на научно-исследовательском семинаре.  
Другие виды работ, необходимые для выполнения НИС.

**2. Цель:** формирование заданных компетенций, обеспечивающих подготовку магистрантов к научно-исследовательской деятельности в области моделирования решения задач механики деформируемого твердого тела.

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

№	Наименование этапа	Наименование работ	Сроки		Отметка о выполнении работы (оценка и подпись руководителя практики)
			начало	окончание	
1	<b>Этап 1 (семестр 2). Аналитический</b>	Исследование характеристик объекта на основе экспериментальных данных Разработка инструментария научного исследования. Сбор, обработка, анализ и систематизация информации по темам исследования. Выбор методов, средств решения исследовательских задач и методик выполнения аналитических расчетов. Оформление промежуточного отчета по практике за 1-й этап НИС и его защита на научно-исследовательском семинаре. Другие виды работ, необходимые для выполнения НИС.			
2	<b>Этап 2 (семестр 3). Проектный</b>	Разработка математической модели исследуемого процесса. Анализ результатов экспериментов по теме исследования. Предложение рекомендаций по использованию результатов. Оформление доклада по НИС, заключительного отчета по практике НИС и его защита на научно-исследовательском семинаре. Другие виды работ, необходимые для выполнения НИС.			

4. Место прохождения практики: кафедра «ВММБ» ПНИПУ

(официальное наименование организации и подразделения)



**5. Срок сдачи студентом отчета по практике и отзыва руководителя практики от принимающей организации руководителю практики от кафедры: \_\_\_\_\_**

## **6. Содержание отчета:**

### **2 семестр**

- Исследование характеристик объекта на основе экспериментальных данных
- Разработка инструментария научного исследования.
- Сбор, обработка, анализ и систематизация информации по темам исследования.
- Выбор методов, средств решения исследовательских задач и методик выполнения аналитических расчетов.

### **3 семестр**

- Разработка математической модели исследуемого процесса.
- Анализ результатов экспериментов по теме исследования.
- Рекомендации по использованию результатов.

## **7. Требования к разрабатываемой отчетной документации**

Результаты работ должны быть представлены в форме отчета НИС, оформленного в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2017. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

Отчет о НИС должен содержать:

- титульный лист;
- оглавление;
- рабочий график (план) проведения практики (НИС);
- 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 (шрифт 14 пт, Times New Roman, через 1,5 интервал) и подшит в папку.
- В заключительный отчет должны войти аннотированные промежуточные отчеты.

Страницы не обводятся в рамках, поля не отделяются чертой. Размеры полей: левого – 30 мм, правого – 15 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, приводимой в приложении. За индивидуальным заданием в отчете помещается содержание, введение, основная часть,

заклучение, список литературы, приложения. Основная часть включает разбивку на параграфы (см. Содержание отчета).

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

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



