

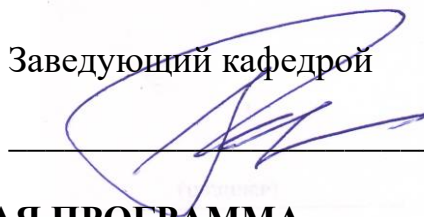
МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт прикладной математики и компьютерных наук  
Кафедра вычислительной механики и математики

Утверждено на заседании кафедры  
«Вычислительная механика и математика»  
«26» января 2023г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



В.В. Глаголев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**производственной практики (научно-исследовательской работы)**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки  
**01.03.03 Механика и математическое моделирование**

с направленностью (профилем)  
**Механика деформируемого твердого тела**

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 010303-01-23

Тула 2023 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы практики**

**Разработчик:**

Глаголев В.В., зав.каф., д.ф.-м..н., проф.  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

## **1 Цель и задачи прохождения практики**

**Целью** прохождения практики является систематизация, расширение и закрепление профессиональных знаний, формирование навыков ведения самостоятельной научной работы, исследования.

**Задачами** прохождения практики являются:

- приобретение опыта в исследовании актуальной научной проблемы, а также подбор необходимых материалов для выполнения выпускной квалификационной работы;
- получение компетенций самостоятельной работы по сбору и обработке научной, статистической, методической информации и практических данных;
- сбор, анализ и обобщение исследовательского материала, получаемого в ходе обработки в целях подготовки выпускной квалификационной работы.

## **2 Вид, тип практики, способ (при наличии) и форма (формы) ее проведения**

Вид практики – производственная практика.

Тип практики –научно-исследовательская работа.

Способ проведения практики (при наличии) – стационарная.

Форма (формы) проведения практики – дискретно по видам практик - путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения каждого вида (совокупности видов) практики.

Учебный процесс по практике организуется в форме практической подготовки обучающихся.

## **3 Перечень планируемых результатов обучения при прохождении практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Перечень планируемых результатов обучения по практике, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями и индикаторами их достижения), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате прохождения практики обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) принципы поиска, отбора и обобщения информации (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК-1.1);
- 2) методы анализа и обобщения отечественного и международного опыта в области механики и математического моделирования (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.1);
- 3) современные методы проведения расчетов напряженно-деформированного состояния конструкций, включая метод конечных элементов (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.1);
- 4) основные разделы математики, механики деформируемых тел, теории колебаний (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.1);

### **Уметь:**

- 1) критически анализировать и синтезировать информацию для решения поставленных задач (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК-1.2);

2) применять методы анализа научно-технической информации (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);

3) работать в пакетах прикладных программ конечно-элементного анализа (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.2);

4) применять специальные методики расчета конструкций на прочность, устойчивость и жесткость (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.2);

#### **Владеть:**

1) методами критического анализа и системного подхода для решения поставленных задач (код компетенции – УК-1, код индикатора – УК-1.3);

2) сбором, обработкой, анализом и обобщением передового отечественного и международного опыта в области механики и математического моделирования (код компетенции – ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);

3) разработкой конечно-элементных моделей (код компетенции – ПК-2, код индикатора – ПК-2.3);

4) подготовкой исходных данных для расчета прочности элементов конструкции (код компетенции – ПК-3, код индикатора – ПК-3.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## **4 Место практики в структуре образовательной программы**

Практика относится к части основной профессиональной образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Практика проводится в 6 семестре.

## **5 Объем практики в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях либо в академических часах**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Продолжи-тельность		Объем контактной работы в академических часах		Объем иных форм образовательной деятельности в академических часах
			в неделях	в академических часах	Работа с руководителем практики от университета	Промежу-точная атте-стация	
Очная форма обучения							
6	ДЗ	3	2	108	0,75	0,25	107

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

К иным формам образовательной деятельности при прохождении практики относятся:

- ознакомление с техникой безопасности;
- выполнение обучающимся индивидуального задания;
- составление обучающимся отчёта по практике.

## **6 Структура и содержание практики**

Обучающиеся в период прохождения практики выполняют индивидуальные задания, предусмотренные рабочей программой практики, соблюдают правила внутреннего распорядка организации, на базе которой проводится практика, соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности.

Практика проводится на базе Тульского государственного университета кафедры «Вычислительная механика и математика».

Содержание практики по НИР определяется целью и задачами практики. Обучающийся в процессе прохождения практики проводит научно-исследовательские работы, основными результатами которой являются привитие навыков самостоятельного проведения научных исследований по соответствующим направлениям.

Практика имеет следующую структуру:

Установочная лекция.

Инструктаж по технике безопасности.

Получение задания на научно-исследовательскую работу и его изучение.

Ознакомление с этапами практики.

Изучение приемов, способов и освоение методов ведения научного исследования.

Обоснования актуальности темы исследования, обобщения и критического оценивания результатов.

Овладение навыками оценки результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями при определении целей и задач исследования.

Изучение теоретической и практической значимости темы научного исследования.

Выявления перспективных направлений по теме исследования.

Определение научной новизны исследования.

Составление программы исследования.

Анализ результатов, полученных отечественными и зарубежными исследователями по теме исследования.

Тестирование математических моделей.

Подготовка отчета по научно-исследовательской работе.

Изучение принципов и порядка оформления результатов научных исследований.

Систематизация и обобщение результатов проведенного исследования.

Составление отчёта по практике.

Защита отчёта по практике (дифференцированный зачет).

### Этапы (периоды) проведения практики

№	Этапы (периоды) проведения практики	Виды работ
1	Организационный	Проведение организационного собрания. Инструктаж по технике безопасности. Разработка индивидуального задания.
2	Основной	Выполнение индивидуального задания.
3	Заключительный	Составление отчёта по практике. Защита отчёта по практике (дифференцированный зачет).

### Примеры индивидуальных заданий

Пример:

**Задание 1.** Проанализировать исследования по теме связанных постановок задач термоупругости. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 2.** Проанализировать исследования по теме моделирования трещиноподобных дефектов. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 3.** Проанализировать исследования по теме вязкоупругого деформирования. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 4.** Проанализировать исследования по теме упругопластического деформирования. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 5.** Проанализировать исследования по теме деформирования пластин. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 6.** Проанализировать исследования по теме деформирования балок. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 7.** Проанализировать исследования по теме деформирования композитов. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 8.** Проанализировать исследования по теме деформирования адгезионных слоев композитов по моде I. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 9.** Проанализировать исследования по теме деформирования адгезионных слоев композитов по моде II. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 10.** Проанализировать исследования по теме ламинарного течения вязкой жидкости. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 11.** Проанализировать исследования по теме деформирования адгезионных слоев композитов по смешанной моде нагружения. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 12.** Проанализировать исследования по теме решения задач линейной теории упругости методом конечных элементов. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 13.** Проанализировать исследования по теме колебания пластин. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 14.** Проанализировать исследования по теме турбулентного течения газа. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 15.** Проанализировать исследования по теме деформирования ортотропных пластин. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 16.** Проанализировать исследования по теме флаттера пластин. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 17.** Проанализировать исследования по теме динамики трещины. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 18.** Проанализировать исследования по теме метода крупных частиц. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 19.** Проанализировать исследования по теме трещины продольного сдвига. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

**Задание 20.** Проанализировать исследования по теме трещины поперечного сдвига. В отчете кратко изложить принципы, постановки задач и возможные проблемы в рамках предложенной темы.

## 7 Формы отчетности по практике

Промежуточная аттестация обучающегося по практике проводится в форме дифференцированного зачета (зачета с оценкой), в ходе которого осуществляется защита обучающимся отчета по практике. Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения при прохождении практики представлена ниже.

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Стобалльная система оценивания				
Академическая система оценивания (дифференцированный зачет)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

### Требования к отчёту по практике

Отчет по практике должен включать в себя:

1. Титульный лист.
2. Введение. Во введении приводится обзор исследований по выбранной теме ВКР, формулируется актуальность выбранной тематики исследования.
3. Основная часть. В основной части отчета приводятся примеры математических моделей и соответствующие им системы уравнений, дается анализ рассмотренных моделей.
4. Заключение. В заключении приводятся результаты и выводы по проведенному исследованию.
4. Список использованных источников приводится согласно ГОСТ.

Шрифт - 14 п, Times New Roman, Абзац – выравнивание по ширине, первая строка с отступом на 1.25 см., полуторный межстрочный интервал, все интервалы и отступы нулевые.

## 8 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по практике

Ниже приведен перечень контрольных вопросов и (или) заданий, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках защиты отчета по практике. Они позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения при прохождении практики и сформированность компетенций, указанных в разделе 3.

### Перечень контрольных вопросов и (или) заданий

1. Какие модели используются при описании процесса (задачи) выбранной темы ВКР (код компетенции – ПК-2, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3).
2. Какие методы исследования применяются при решении поставленной задачи (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).

3. Какие уравнения описывают данную математическую модель (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
4. Какие объекты использованы в выбранной математической модели (код компетенции – ПК-2, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3).
5. Сформулировать основные гипотезы выбранной математической модели (код компетенции – УК-1, коды индикаторов достижения компетенции – УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3).
6. Какие эксперименты (расчёты) Вы уже проводили (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
7. Какими методами может решаться рассматриваемая научно-техническая задача (код компетенции – УК-1, коды индикаторов достижения компетенции – УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3).
8. Какое оборудование необходимо для решения рассматриваемой научно-технической задачи (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
9. Какой метод лежит в основе решения рассматриваемой научно-технической задачи (код компетенции – ПК-3, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3).
10. Какие уравнения описывают данную математическую модель (код компетенции – ПК-2, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3).
11. Какие объекты использованы в математической модели (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
12. Как Вы оцениваете достоверность результатов исследований (код компетенции – УК-1, коды индикаторов достижения компетенции – УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3).
13. Какое оборудование и программное обеспечение Вам требовалось (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
14. Обоснуйте выбор инструментальных средств, используемых для подготовки презентации (код компетенции – ПК-3, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3).
15. Какие программные (технические) средства и информационные технологии используются для решения поставленных в ходе практики аналитических и исследовательских задач (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
16. Какие источники информации были использованы при подготовке к исследованию (код компетенции – УК-1, коды индикаторов достижения компетенции – УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3).
17. Какие величины Вы исследуете (код компетенции – ПК-1, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3).
18. Какие были приняты допущения (код компетенции – ПК-2, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3).
19. Какие сложности были выявлены при проведении исследований (код компетенции – ПК-3, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3).
20. Что явилось результатом исследований (код компетенции – ПК-2, коды индикаторов достижения компетенции – ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3).

## **9 Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики**

Для проведения практики требуется компьютерный класс с выходом в сеть «Интернет».

## **10 Перечень учебной литературы и ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для проведения практики**



## Основная литература

1. Баженов В.Г., Котов В.Л. Математическое моделирование нестационарных процессов удара и проникания осесимметричных тел и идентификация свойств грунтовых сред. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : "Физматлит", 2011. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2723> — Загл. с экрана.
2. Малышев Н.Г. О системах и их моделировании. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : "Физматлит", 2017. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/104990> — Загл. с экрана.
3. Зарубин В.С., Кувыркин Г.Н. Математические модели механики и электродинамики сплошной среды. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : " Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана", 2008. — 512 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106564> — Загл. с экрана.
4. Звонарев С.В., Кортков В.С., Штанг Т.В. Моделирование структуры и свойств наносистем: учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Изд.-во: " Уральский федеральный университет", 2014. — 120 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98317> — Загл. с экрана.
5. Губарь Ю.В. Введение в математическое моделирование. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Изд.-во: " Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ" ", 2016. — 178 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100731> — Загл. с экрана.
6. Юрчук С.Ю. Методы математического моделирования: Учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: "МИСИС", 2018. — 96 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/108036> — Загл. с экрана.
7. Маркин, А. А. Термомеханические модели обратимого конечного деформирования / А. А. Маркин, М. Ю. Соколова ; ТулГУ. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2010. — 268 с. : ил.
8. Маркин, А. А. Термомеханика упругопластического деформирования / А. А. Маркин, М. Ю. Соколова. — Москва : Физматлит, 2013. — 320 с. : ил.
9. Плохотников К.Э. Методы разработки математических моделей и вычислительный эксперимент на базе пакета MATLAB [Электронный ресурс]: курс лекций/ Плохотников К.Э.— Электрон. текстовые данные.— М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2017.— 628 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64926.html>.— ЭБС «IPRbooks»

## Дополнительная литература

1. Адлер Ю.П. Введение в планирование экспериментов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М.: "МИСИС", 2014. — 36 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69763> — Загл. с экрана.
2. Александров А.Ю., Платонов А.В., Старков В.Н., Степенко Н.А. Математическое моделирование и исследование устойчивости биологических сообществ. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 272 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91912> — Загл. с экрана.
3. Исследования по истории физики и механики. 2008 / отв. ред. Г.М.Идлис. — М.: Физматлит, 2009. — 415 с. (1 экз.)
4. Ишлинский, А.Ю. Механика. Идеи, задачи, приложения / А.Ю.Ишлинский; отв. ред. П.Я.Кочина. — М.: Наука, 1985. — 624 с. (10 экз.)
5. Астафьев В.И. Нелинейная механика разрушения / В.И.Астафьев, Ю.Н.Радаев, Л.В.Степанова; Самарский ГУ. — Самара: Самарский университет, 2001. — 632 с. (1 экз.)
6. Пестриков В.М. Механика разрушения на базе компьютерных технологий: практикум / В.М.Пестриков, Е.М.Морозов. — СПб. : БХВ-Петербург, 2007. — 464 с. (4 экз.)
7. Левин В.А. Избранные нелинейные задачи механики разрушения / В.А.Левин, Е.М.Морозов, Ю.Г.Матвиенко; под ред. В.А.Левина. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. — 408 с. (1 экз.)

8. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. – 10-е изд., испр. - М.: Наука, 1987. – 432 с. (4 экз.)
9. Седов Л.И. Механика сплошной среды: Учебник: В 2 т. Т.2 / Л.И.Седов; МГУ им. М.В.Ломоносова. — 6-е изд., стер. — СПб.: Лань, 2004. — 560с. (12 экз.)

### **Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Известия Российской академии наук. Механика твердого тела [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1966 - . - ISSN 0572-3299.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7828>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
2. Прикладная механика и техническая физика [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ СО РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1960 - . - ISSN 0869-5032.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7609>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
3. Прикладная математика и механика [электронный ресурс] : научное периодическое издание: журнал/ РАН. - М.: Наука/Интерпериодика, 1966 - . - ISSN 0032-8235.- Режим доступа : <http://elibrary.ru/issues.asp?id=7956>, со всех компьютеров НБ ТулГУ, по паролю
4. Успехи математических наук/ Российская академия наук. - М.: Наука, 1995- ISSN 0042-1316
5. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам.- Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
6. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.-Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю.-.- Загл. с экрана
7. Научная Электронная Библиотека eLibrary – библиотека электронной периодики, режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
8. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : [http://window.edu.ru.](http://window.edu.ru/) ,свободный.- Загл. с экрана.
10. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://exponenta.ru.> ,свободный.- Загл. с экрана..

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Программа подготовки презентаций Microsoft Power Point;
3. Пакет офисных приложений «МойОфис».