

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 02.11.2022 16:07:46
Уникальный программный ключ: 69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:
Руководитель ООП
С.М. Дудаков
2021 г.



**Рабочая программа производственной практики
Технологическая (проектно-технологическая) практика**

Направление подготовки

01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль подготовки)

Математическое моделирование

Для студентов 3, 4 курсов обучения

Форма обучения – очная

БАКАЛАВРИАТ

Составитель: д.ф.-м.н., профессор Зингерман К.М.

2021 г.

1. Общая характеристика практики

Вид практики	Производственная
Тип практики	Технологическая (проектно-технологическая) практика
Форма проведения	Дискретная

2. Цель и задачи практики

Целью прохождения практики является получение первичных профессиональных умений и навыков посредством самостоятельного решения задач, закрепление и углубление теоретической подготовки учащихся.

Задачами прохождения практики являются:

1. Приобретение навыков поиска научной информации.
2. Приобретение опыта самостоятельного освоения методов математического моделирования.
3. Приобретение опыта самостоятельного освоения компьютерных технологий.

3. Место практики в структуре ООП

Производственная практика базируется на освоении дисциплин «Математический анализ», «Алгебра и геометрия», «Методы программирования», «Дифференциальные уравнения», «Численные методы», «Уравнения математической физики», «Системы компьютерной алгебры».

Знания, умения и навыки, полученные при прохождении практики, могут быть использованы при изучении дисциплин «Численные методы решения задач математической физики», «Математическое моделирование динамических систем», «Математические модели и методы теории упругости», «Методы моделирования и анализа динамических систем», «Математические модели процесса потери устойчивости динамических систем», при выборе тематики и выполнении выпускной работы бакалавра, при дальнейшем обучении в магистратуре и в трудовой деятельности выпускника.

4. Общая трудоемкость практики составляет 6 зачетных единиц, продолжительность – 2+2 недель, в том числе:

контактная аудиторная работа: практические занятия 48 часов, в т.ч. практическая подготовка 48 часов;

контактная внеаудиторная работа: самостоятельная работа на базе практики 96 часов, в т.ч. практическая подготовка 96 часов;

самостоятельная работа: 72 часов, в т.ч. практическая подготовка 72 часа.

5. Планируемые результаты обучения при прохождении практики, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной	Планируемые результаты обучения при прохождении практики
---	--

программы (формируемые компетенции)	
ПК-1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	ПК-1.1 Знает методы поиска информации, необходимой для проведения современных научных исследований ПК-1.2 Обрабатывает и интерпретирует данные современных научных исследований ПК-1.3 Формирует выводы по научным исследованиям на основе соответствующих данных
ПК-2 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	ПК-2.1 Знает и понимает современный математический аппарат ПК-2.2 Применяет современный математический аппарат к решению научных задач
ПК-3 Способен разрабатывать и анализировать новые математические модели в областях естественных, технических и экономических наук с учетом возможностей современных информационных технологий и вычислительной техники	ПК-3.1 Знает методы математического моделирования ПК-3.2 Разрабатывает и анализирует математические модели в области естественных, технических или экономических наук
ПК-4 Способен использовать современные методы разработки алгоритмов и программного обеспечения для выполнения расчетов на базе математических моделей	ПК-4.1 Разрабатывает алгоритмы решения задач на базе математических моделей ПК-4.2 Разрабатывает программное обеспечение для реализации алгоритмов решения задач на базе математических моделей

6. Форма промежуточной аттестации (форма отчетности по практике) дифференцированный зачет. Форма отчетности – отчет по практике.

Время проведения практики: курс 3, 4, семестр 6, 7 (по окончании теоретического обучения).

7. Язык преподавания русский.

8. Место проведения практики (база практики) кафедры математического моделирования и вычислительной математики, аудитории и компьютерные классы ТвГУ.

Перечень профильных организаций/предприятий (баз практик), с

№ п\п	Предприятие/организация	Реквизиты и сроки действия договоров
1.	ПАО «Сбербанк России»	Договор №805 от 22.03.2019 года С 22.03.2019 года по 12.03.2024 года
2.	АО «Научно-производственное объединение Русские базовые и информационные технологии»	Договор №13ст/21 от 25.02.2021 года С 25.02.2021 года по 25.02.2026 года
3.	ООО «Ростелеком Информационные технологии»	Договор №38-2021 от 09.04.2021 года С 09.04.2021 года по 31.12.2025 года
4.	АО «Специальное проектно-конструкторское бюро средств управления»	Договор №2 от 24.08.2022 года С 24.08.2022 года по 31.08.2027 года
5.	ООО «Производственная компания Аквариус»	Договор №33ст/22 от 30.08.2022 года С 30.08.2022 года по 30.08.2027 года

9. Содержание практики, структурированное по темам (разделам, этапам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий/работы

Учебная программа – наименование разделов / тем, этапов	Всего (час.)/ в т.ч. практическая подготовка	Контактная работа (час.)					Самостоятельная работа (час.)/ в т.ч. практическая подготовка
		Лекции	Практические занятия	В т.ч. практическая	СРП	В т.ч. практическая	
6 семестр - подготовительный этап.	18	0	4/4			8/8	6/6
6 семестр - Исследовательский этап.	72	0	16/16			32/32	24/24

6 семестр – подготовка и защита отчета	18	0	4/4	8/8	6/6
7 семестр - подготовительн ый этап.	18	0	4/4	8/8	6/6
7 семестр - Исследовательс кий этап.	72	0	16/16	32/32	24/24
7 семестр – подготовка и защита отчета	18	0	4/4	8/8	6/6
ИТОГО	216/216	0	48/48	96/96	72/72

Рабочий график (план) проведения практики

<i>Выполняемая работа</i>	<i>Время, ч</i>
1. Математическая постановка задачи	30
2. Изучение научной литературы по теме исследования.	30
3. Выбор метода решения задачи.	30
4. Разработка алгоритма решения задачи.	30
5. Разработка программного обеспечения.	30
6. Проведение расчетов, анализ результатов.	30
7. Подготовка отчета.	30
8. Защита отчета.	6

Индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практики

Изучить применение метода конечных элементов к решению краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Изучить применение метода Адамса к численному решению задачи Коши для дифференциальных уравнений.

Освоить библиотеку процедур решения задач линейной алгебры LAPACK++.

Освоить процедуры решения дифференциальных уравнений пакета MatLab.

Разработать алгоритм решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных элементов.

Разработать программное обеспечение для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных элементов.

Применить математический аппарат метода Ван-дер-Поля к расчету устойчивости колебаний динамической системы.

Разработать и применить тестовый пример для проверки правильности работы программного обеспечения для решения краевой задачи.

10. Перечень отчетной документации и требования к ней (включая оценочные материалы)

Отчетная документация включает индивидуальное задание на практику и отчет о прохождении практики.

Типовые контрольные задания для проверки индикаторов ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3.

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям</p>	<p>Подготовить обзор научной литературы по методам исследования устойчивости динамических систем.</p>	<p>Обзор отражает правильно и с достаточной полнотой тему исследований – 3 балла. Обзор отражает тему исследований с незначительными погрешностями – 2 балла. Обзор отражает тему исследований с существенными неточностями – 1 балл. Обзор не подготовлен – 0 баллов.</p>
	<p>Сопоставить результаты расчетов с результатами, выполненными другими исследователями. Сформулировать выводы по результатам расчетов.</p>	<p>Сопоставление выполнено корректно – 3 балла. Сопоставление выполнено с незначительными погрешностями – 2 балла. Сопоставление выполнено с существенными неточностями – 1 балл. Сопоставление не выполнено – 0 баллов.</p>

Типовые контрольные задания для проверки индикаторов ПК-2.1, ПК-2.2.

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат	Изучить применение метода конечных элементов к решению краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений. Изучить применение метода Адамса к численному решению задачи Коши для дифференциальных уравнений.	Метод изучен с достаточной полнотой – 3 балла. Метод изучен с незначительными погрешностями – 2 балла. Метод изучен с существенными неточностями – 1 балл. Метод не изучен – 0 баллов.

Типовые контрольные задания для проверки индикаторов ПК-3.1, ПК-3.2.

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Способен разрабатывать и анализировать новые математические модели в областях естественных, технических и экономических наук с учетом возможностей современных информационных технологий	Изложить применение метода Ван-дер-Поля к расчету устойчивости колебаний динамической системы. Изложить применение аналитических методов к моделированию и расчету колебательных процессов в механических системах.	Метод изложен правильно – 3 балла. Метод изложен с незначительными погрешностями – 2 балла. Метод изложен с существенными неточностями – 1 балл. Метод не изложен – 0 баллов.

вычислительной техники		
-------------------------------	--	--

Типовые контрольные задания для проверки индикаторов ПК-4.1, ПК-4.2.

Требования к обучающемуся	Типовые контрольные задания	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Способен использовать современные методы разработки алгоритмов и программного обеспечения для выполнения расчетов на базе математических моделей	Разработать алгоритм решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных элементов. Разработать программное обеспечение для решения краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных элементов.	Алгоритм и программное обеспечение разработаны правильно и полно – 3 балла. Алгоритм и программное обеспечение разработаны незначительными погрешностями – 2 балла. Алгоритм и программное обеспечение разработаны существенными неточностями – 1 балл. Алгоритм и программное обеспечение не разработаны – 0 баллов.
	Применить математический аппарат метода Ван-дер-Поля к расчету устойчивости колебаний динамической системы.	Математический аппарат применен правильно – 3 балла. Математический аппарат применен с незначительными

	Разработать и применить тестовый пример для проверки правильности работы программного обеспечения для решения краевой задачи.	погрешностями – 2 балла. Математический аппарат применен с существенными неточностями – 1 балл. Математический аппарат не применен – 0 баллов.
--	---	--

11. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Александров, А.Ю. Сборник задач и упражнений по теории устойчивости. [Электронный ресурс] / А.Ю. Александров, Е.Б. Александрова, А.В. Екимов, Н.В. Смирнов. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2016. — 160 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71702>

2. Жабко, А.П. Дифференциальные уравнения и устойчивость. [Электронный ресурс] / А.П. Жабко, Е.Д. Котина, О.Н. Чижова. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/60651>

3. Квасов, Б.И. Численные методы анализа и линейной алгебры. Использование Matlab и Scilab. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 328 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71713>

4. Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах. [Электронный ресурс] / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — СПб.: Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/65043>

2) Программное обеспечение

При прохождении практики в профильных организациях студенту предоставляется рабочее место, оснащенное программным и аппаратным обеспечением, состав которого зависит от целей и задач практики.

Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и	Перечень программного обеспечения (со свободными лицензиями): Adobe Acrobat Reader DC, Anaconda3 2019.07 (Python 3.7.3 64-bit), Apache Tomcat 8.0.27, Cadence SPB/OrCAD 16.6, GlassFish Server Open Source Edition 4.1.1, Google Chrome, IntelliJ IDEA, IIS 10.0 Express, Java SE Development Kit 8 Update 191 (64-bit), JetBrains PyCharm Community Edition 2019.2.1, Kaspersky
---	--

<p>индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 4б (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)</p>	<p>Endpoint Security для Windows, Lazarus 2.0.12, MiKTeX, NetBeans IDE 8.2, Notepad++ (64-bit x64), ONLYOFFICE Desktop Editors 7.1 (x64), Origin 8.1 Sr2, Python 3.10.7, R for Windows 3.6.1, RStudio Desktop, Visual Studio Community 2022, VLC media player, WinDjView 2.1, Unreal Commander v3.57x64</p>
--	---

3) Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

- [1] ЭБС ZNANIUM.COM, <http://www.znanium.com>
- [2] ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru>
- [3] ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru>
- [4] ЭБС <http://e.lanbook.com>
- [5] ЭБС BOOk.ru <https://www.book.ru>
- [6] ЭБС ТвГУ <http://megapro.tversu.ru/megapro/Web>
- [7] Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
- [8] Репозиторий ТвГУ <http://eprints.tversu.ru>

4) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Ин-тернет», необходимых для прохождения практики

1. Lapack++ 1.1 documentation and software. Электронный ресурс. <http://math.nist.gov/lapack++/>
2. Sparse Basic Linear Algebra Subprograms (BLAS) Library. Электронный ресурс. <http://math.nist.gov/spblas/>

12. Методические материалы для обучающихся по прохождению практики

Рекомендуемая структура отчета о практике (с приложениями):

1. Титульный лист (приложение 1);
2. Индивидуальное задание на практику (приложение 2);
3. Дневник практики (приложение 3);
4. Отчет по итогам производственной практики технологической (проектно-технологической) практики включающий в себя:
 - математическая постановка задачи;
 - методы решения задачи;
 - разработанное программное обеспечение;
 - результаты расчетов и анализ;
 - выводы;
 - литература.
5. Аттестационный лист (приложение 4);

6. Характеристика на обучающегося (приложение 5).

13. Материально-техническое обеспечение

Кафедра математического моделирования и вычислительной математики № 18 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)	Комплект мебели, компьютер, принтер.
Кафедра математического моделирования и вычислительной математики № 15 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)	Комплект мебели, компьютер, принтер.
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, Учебная аудитория № 308 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)	Набор учебной мебели, экран, проектор.
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс факультета прикладной математики и кибернетики № 46 (170002, Тверская область, г.Тверь, пер. Садовый, д.35)	Компьютер, экран, проектор, кондиционер.

14. Сведения об обновлении программы практики

№ п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	I. 4. Общая трудоемкость практики	Выделение часов на практическую подготовку	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета

2.	II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	Выделение часов на практическую подготовку по темам	От 29.10.2020 года, протокол № 3 ученого совета факультета
3.	12. Методические материалы для обучающихся по прохождению практики	Изменения в отчетную документацию по практике	От 20.01.2022 года, протокол № 3 заседания методической комиссии
4.	11. Учебно-методическое и информационное обеспечение, необходимое для проведения практики 2) Программное обеспечение	Внесены изменения в программное обеспечение	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета
5.	13. Материально-техническое обеспечение	Внесены изменения в материально-техническое обеспечение аудиторий	От 29.09.2022 года, протокол № 2 ученого совета факультета

Приложение 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тверской государственный университет»**

Факультет прикладной математики и кибернетики

**Направление 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
Профиль «Математическое моделирование»**

**Отчет по итогам производственной практики
технологической (проектно-технологической) практики
_____ учебный год, ____ семестр**

Автор: студент ___ группы
Ф.И.О. (полностью)

Руководитель практики:
звание, должность
Ф.И.О.

Оценка: _____

(подпись)

Тверь – 202__

Приложение 2

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Факультет прикладной математики и кибернетики

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА ПРАКТИКУ

Фамилия, Имя, Отчество студента (-ки) полностью

1. Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика
2. Направленность (профиль) программы: Математическое моделирование
3. Вид практики: производственная
4. Тип практики: технологическая (проектно-технологическая) практика
5. Руководитель практики от ТвГУ: _____
(уч. степень, уч. звание, Ф.И.О.)
6. Руководитель практики от профильной организации (при прохождении практики на базе профильной организации): _____

(наименование профильной организации, должность, Ф.И.О.)

7. Индивидуальное задание на практику

Дата выдачи задания: « » 20

Руководитель практики от ТвГУ: _____ /Ф.И.О.

Руководитель практики от профильной организации: _____ / _____

Приложение 3

ДНЕВНИК ПРАКТИКИ

№	Задачи	Планируемые сроки выполнения	Выполнение (отметка и подпись руководителя практики)
1.			
2.			
п.			

АТТЕСТАЦИОННЫЙ ЛИСТ

уровня освоения профессиональных компетенций

в ходе прохождения практики

«Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика»

обучающимся _____

Фамилия, Имя, Отчество студента (-ки) полностью

по направлению 01.03.02 Прикладная математика и информатика

1. Профессиональные компетенции

Коды и наименование компетенций/индикаторов компетенций	Уровень освоения		Критерии достаточности
	Достаточный	Недостаточный	
<p>ПК-1 Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям.</p> <p>ПК-1.1 Знает методы поиска информации, необходимой для проведения современных научных исследований.</p> <p>ПК-1.2 Обрабатывает и интерпретирует данные современных научных исследований.</p> <p>ПК-1.3 Формирует выводы по научным исследованиям на основе соответствующих данных.</p>			<p>Выполнена большая часть индикаторов</p>

<p>ПК-2 Способен понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат. ПК-2.1 Знает и понимает современный математический аппарат. ПК-2.2 Применяет современный математический аппарат к решению научных задач.</p>			<p>Выполнена большая часть индикаторов</p>
<p>ПК-3 Способен разрабатывать и анализировать новые математические модели в областях естественных, технических и экономических наук с учетом возможностей современных информационных технологий и вычислительной техники. ПК-3.1 Знает методы математического моделирования. ПК-3.2 Разрабатывает и анализирует математические модели в области естественных, технических или экономических наук.</p>			<p>Выполнена большая часть индикаторов</p>
<p>ПК-4 Способен использовать современные методы разработки алгоритмов и программного обеспечения для выполнения расчетов на базе математических моделей. ПК-4.1 Разрабатывает алгоритмы решения задач на базе математических моделей. ПК-4.2 Разрабатывает программное обеспечение для реализации алгоритмов решения задач на базе математических моделей.</p>			<p>Выполнена большая часть индикаторов</p>

Руководитель практики от ТвГУ:

_____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

Ответственное лицо от профильной организации (при прохождении практики на базе профильной организации):

_____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

«__» _____ 202__ года

Приложение 5

ХАРАКТЕРИСТИКА НА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

прошедшего производственную практику с _____ 202_ года по _____ 202_ года.
Технологическая (проектно-технологическая) практика

_____ (ФИО)

3 курс, 01.03.02 – Прикладная математика и информатика
(курс, код и наименование образовательной программы)

В ходе практики у обучающегося сформированы компетенции в соответствии с рабочей программой практики.

Качество выполнения работы в соответствии с требованиями индивидуального задания на практику (отметить дин из вариантов):

Задание выполнено полностью корректно	
Задание выполнено с небольшими недочетами	
Корректно выполнена существенная часть задания	
Задание не выполнено или содержит грубые ошибки	

Замечания и рекомендации

Итоговая оценка по практике _____

Руководитель практики от ТвГУ:

_____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

Ответственное лицо от профильной организации (*при прохождении практики на базе профильной организации*):

_____ / _____ /
(подпись) (ФИО)

« _____ » _____ 202__ года