

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Декан математического факультета

  
\_\_\_\_\_ М.Ш.Бурлуцкая  
*подпись, расшифровка подписи*  
18.04.2024г.

**ПРОГРАММА ПРАКТИКИ**

Б2.В.02(Н) Производственная практика, научно-исследовательская

**1. Код и наименование направления подготовки:**

01.03.01 Математика

**2. Профиль подготовки:** Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

**3. Квалификация выпускника:** Бакалавр

**4. Форма обучения:** Очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра алгебры и математических методов гидродинамики

**6. Составители программы:** профессор, д.ф.-м.н. Звягин Виктор Григорьевич

**7. Рекомендована:** НМС математического факультета протокол № 0500-03 от 28.03.2024 г.

**8. Учебный год:** 2026-2027, 2027-2028

**Семестр(ы):** 6, 8

## 9. Цели и задачи практики:

Получение профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательской), закрепление, развитие и совершенствование первичных теоретических знаний, полученных студентами в процессе обучения.

Задачи практики:

Формирование у обучающихся опыта и навыков:

- ведения библиографической работы с привлечением современных информационных технологий;
- математического моделирования процессов и явлений в задачах математической физики в профессиональной деятельности в области знаний, соответствующей профилю подготовки «Математическое моделирование»;
- применения математического аппарата фундаментальных знаний к решению конкретных практических задач;
- выбора необходимых методов исследования, исходя из задач конкретного исследования;
- применения современных информационных технологий при проведении научных исследований и решении прикладных задач;
- анализа и обработки результатов, представления их в виде отчета по производственной практике, научно-исследовательской работе.

## 10. Место практики в структуре ООП:

Производственная практика, научно-исследовательская относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 2 «Практика»

## 11. Вид практики, способ и форма ее проведения

Вид практики: производственная

Способ проведения практики: стационарная

Реализуется частично в форме практической подготовки (ПП)

## 12. Планируемые результаты обучения при прохождении практики (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способность сбора, обработки, анализа и исследований в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики	ПК-1.1	Выбирает и анализирует информацию с целью составления адекватной математической модели изучаемого объекта	Знать: зарубежную и отечественную литературу в предметной области Уметь: работать с различными источниками научной информации, составлять математические модели различных процессов Владеть: источниками информации, навыками работы с литературой, информационными системами
		ПК-1.2	Применяет классические методы исследования математических моделей в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики	Знать: концептуальные основы методов исследования математических моделей в предметной области; основные методы доказательства математических утверждений в области уравнений в частных производных и математической физики Уметь: формулировать постановки основных задач математической физики, в том числе в различных функциональных и топологических пространствах; формулировать и доказывать теоремы существования, единственности, корректной постановки задач для

				дифференциальных уравнений Владеть: теоретическими подходами к исследованию математических моделей в области уравнений с частными производными; навыками работы в информационных современных системах
		ПК-1.3.	Использует методы исследования уравнений в частных производных и уравнений математической физики с целью анализа качественных свойств решений составленных математических моделей	Знать: различные методы исследования разрешимости математических моделей Уметь: выделять качественные свойства решений математических моделей Владеть: методами самостоятельного обучения новым знаниям и способами их применения к исследованию решений задачи и анализу качественных свойств
ПК-2	Умение оформлять результаты научно-исследовательских работ	ПК-2.1	Структурирует и представляет результаты научно-исследовательских работ	Знать: зарубежную и отечественную литературу в предметной области, общие формы закономерности теорий Уметь: грамотно и правильно представлять свои результаты Владеть: источниками информации, навыками работы с литературой, информационными системами
		ПК-2.2	Анализирует и обобщает результаты математических доказательств, сформулированных научных утверждений	Знать: основы и методы доказательства математических утверждений; закономерности и взаимосвязи различных теорий Уметь: обобщать результаты различных математических утверждений Владеть: методами самостоятельного обучения новым знаниям и способами их применения в предметной области
		ПК-2.3	Осуществляет сбор научной информации, участвует в научных дискуссиях, готовит обзоры, составляет рефераты, отчеты, выступает с докладами и сообщениями	Знать: правила работы в информационных современных системах и оформления документации научно-исследовательской деятельности Уметь: работать с разными видами литературы, составлять отчетную документацию Владеть: навыками работы с источниками информации, выступления с результатами работы
ПК-3	Способность к решению задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики	ПК-3.1	Анализирует многообразие современных способов решения задач в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики	Знать: современные способы решения задач в предметной области Уметь: работать с разными источниками научной литературы. Владеть: методами самостоятельного обучения новым знаниям и способами их применения в предметной области
		ПК-3.2	Выбирает оптимальный способ исследования задач аналитического характера в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики	Знать: способы исследования аналитических задач в предметной области Уметь: грамотно и правильно выбирать оптимальный способ исследования задач Владеть: источниками информации, теоретическими подходами к исследованию математических моделей в области уравнений с

				частными производными; навыками работы в информационных современных системах
		ПК-3.3	Применяет выбранный метод исследования к решению задачи в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики	Знать: концептуальные основы методов решения задач в предметной области; классификацию уравнений в частных производных; основные методы доказательства математических утверждений Уметь: применять различные методы решения аналитических задач, грамотно и правильно представлять свои результаты Владеть: методами самостоятельного обучения новым знаниям и способами их применения к исследованию решений задачи в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики
ПК-4	Способность к определению целей и задач проводимых исследований, знание отечественного и международного опыта в области знаний уравнений в частных производных и уравнений математической физики, умение использовать отечественный и международный опыт в данной области задач	ПК-4.1	Применяет знания отечественного и международного опыта в области знаний уравнений в частных производных и уравнений математической физики	Знать: основы отечественных и международных методов решения задач в предметной области; основные методы доказательства математических утверждений Уметь: работать с разными источниками научной отечественной и зарубежной литературы, формулировать постановки основных задач, формулировать и доказывать теоремы существования, единственности, применять методы решения задач математической физики Владеть: подходами к решению задач в области уравнений с частными производными; методами самостоятельного обучения новым знаниям и способами их применения в предметной области
		ПК-4.2	Анализирует и внедряет отечественный и международный опыт в данной области задач	Знать: методы решения задач гидродинамики Уметь: грамотно и правильно выбирать способ исследования задач гидродинамики Владеть: Методами самостоятельного обучения новым знаниям и способами их применения в области уравнений с частными производными
		ПК-4.3.	Формирует иерархию основных и второстепенных целей и задач в исследованиях, проводимых в области уравнений в частных производных и уравнений математической физики	Знать: иерархию основных и второстепенных шагов в исследовании задач математической физики Уметь: выстраивать последовательность шагов в решение различных математических задач на примере ряда моделей гидродинамики Владеть: источниками информации, навыками работы с литературой, информационными системами для выделения основных и второстепенных шагов в исследовании предметной области

**13. Объем практики в зачетных единицах / ак. час.** 6/216 (6 семестр – 3/108, 8 семестр – 3/108).

**Форма промежуточной аттестации** 6 семестр – зачет с оценкой, 8 семестр – зачет с оценкой.

**14. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость				
	Всего	По семестрам			
		6 семестр		8 семестр	
		ч.	ч., в форме ПП	ч.	ч. в форме ПП
Всего часов	4	2		2	
в том числе:					
Лекционные занятия (контактная работа)					
Практические занятия (контактная работа)	4	2		2	
Самостоятельная работа	212	106	72	106	72
Итого:	216	108	72	108	72

**15. Содержание практики**

**6 семестр**

п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы
1.	Организационный	Организационное собрание. Инструктаж по технике безопасности. Получение индивидуального задания для прохождения производственной практики.
2.	Подготовительный	Согласование индивидуального задания с научным/индивидуальным руководителем, его корректировка.
3.	Исследовательский	Изучение научной, учебной и/или методической литературы по тематике индивидуального задания. Выполнение индивидуального задания*. Обработка и анализ полученной информации*.
4.	Заключительный	Подготовка отчёта по результатам освоения производственной практики. Защита отчета в рамках итогового занятия по практике.

**8 семестр**

п/п	Разделы (этапы) практики	Виды учебной работы
1.	Организационный	Организационное собрание. Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с программой производственной практики. Составление индивидуального плана работы обучающегося на время прохождения.
2.	Подготовительный	Согласование плана работы с научным/индивидуальным руководителем, его корректировка.
3.	Исследовательский	Проведение исследования по индивидуальному плану*. Обработка и анализ полученной информации*. Интерпретация полученных результатов исследования*.
4.	Заключительный	Подготовка отчёта по результатам освоения производственной практики. Защита отчета в рамках итогового занятия по практике.

**16. Перечень учебной литературы, ресурсов сети «Интернет», необходимых для прохождения практики** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Звягин В.Г. Математические вопросы гидродинамики вязкоупругих сред / В.Г. Звягин, М.В. Турбин. — М. : КРАСАНД, 2012. — 416 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Звягин В.Г., Дмитриенко В.Т. Аппроксимационно -топологический подход к исследованию задач гидродинамики. Система Навье-Стокса / М.: УРСС, 2004.—112 с.
3	Звягин В.Г. Математические модели неньютоновских жидкостей : учеб. пособие по специальности

	010100 – Математика / В.Г.Звягин, Д.А.Воротников.- Воронеж : ЛОП.ВГУ, 2004. – 42 с.
4	Ладыженская О.А. Математические вопросы динамики вязкой несжимаемой жидкости / О.А. Ладыженская.—М.: Наука, 1970.—288с
5	Фурсиков А. В. Оптимальное управление распределенными системами. Теория и приложения: учеб. пособие для мат. специальностей вузов / А. В. Фурсиков.—Новосибирск: Науч. кн., 1999.—350 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
6	<a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a> - электронный каталог ЗНБ ВГУ
7	Mathematica ( <a href="http://www.wolfram.com/">http:// www.wolfram.com/</a> )
8	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru">http://eqworld.ipmnet.ru</a> – интернет-портал, посвященный уравнениям и методам их решений
9	Электронно-библиотечная система "Лань" <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
10	Электронно-библиотечная система "Консультант студента" <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>

### 17. Образовательные технологии, применяемые при проведении практики и методические указания для обучающихся по прохождению практики

Производственная практика, научно-исследовательская проводится в форме контактной и самостоятельной работы.

Для производственной практики ведение дневника является обязательным. В дневнике обучающийся по дням приводит краткое содержание выполняемых им работ.

Самостоятельная работа регламентируется Положением об организации самостоятельной работы обучающихся в Воронежском государственном университете. В процессе выполнения самостоятельной работы обучающийся имеет право получать консультации научного руководителя, направляющие его дальнейшую работу и разрешающие возникшие вопросы. Для успешной самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется получить от научного/индивидуального руководителя список литературы, охватывающий проблематику, связанную с его индивидуальным заданием. Также рекомендуется на организационном и подготовительном этапах практики проработать индивидуальный план работы настолько детально, насколько велика потребность обучающегося в понимании сути своей работы.

Требования к структуре отчета представлены в п.20.2 настоящей программы.

### 18. Материально-техническое обеспечение практики:

Для проведения практики могут быть использованы лаборатории, компьютерные классы, оснащенные необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями, поисковой системой, имеющей выход в глобальную сеть Интернет.

### Перечень программного обеспечения, которое может быть использовано в процессе прохождения практики:

Microsoft Windows Server 2008, Microsoft Windows 10 Enterprise 64 bit, Android, Microsoft Visual Studio, Microsoft SQL Server Express, Microsoft Visual C++, Microsoft Web Deploy, MySQL Connector Net, DrWeb, Lazarus, Free Pascal, Java 8, NetBeans IDE, VMware Player, Oracle VM VirtualBox, Python 2/3, LibreOffice 6 (*Writer (текстовый процессор), Calc (электронные таблицы), Impress (презентации), Draw (векторная графика), Base (база данных), Math (редактор формул)*), MATLAB, Deductor Academic, Gimp, Inkscape, MiKTeX, TeXstudio, Denwer, AnyLogic PLE, 1С: Предприятие 8 (*учебная версия*), Maxima, Total Commander, WinDjView, Foxit Reader, 7-Zip, Mozilla Firefox, Vliiss, СКЗИ "КриптоПро CSP" 5.0, Программно-аппаратный комплекс «Соболь», Kaspersky Endpoint Security, Программный межсетевой экран «Интернет контроль сервер» (*версия ФСТЭК для образовательных учреждений*), Microsoft Office Standard (*Russian NL Each AcademicEdition Additional Product*)

### 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по практике

6 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
-------	--	----------------	-------------------------------------	--------------------

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Организационный этап	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Индивидуальное задание
2.	Подготовительный этап	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.3, ПК-4.2	Индивидуальное задание
3.	Исследовательский этап	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Индивидуальное задание
4.	Заключительный этап	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Отчет по производственной практике
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет с оценкой</u>				Отчет по производственной практике

### 8 семестр

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	Организационный этап	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Индивидуальное задание
2.	Подготовительный этап	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.3, ПК-4.2	Индивидуальное задание
3.	Исследовательский этап	ПК-1 ПК-3	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3	Индивидуальное задание
4.	Заключительный этап	ПК-2	ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3	Отчет по производственной практике
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет с оценкой</u>				Отчет по производственной практике

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: примерный перечень тем индивидуальных заданий.

#### Примерный перечень тем индивидуальных заданий (6 семестр):

1. Теоремы существования и единственности топологической степени.
2. Оператор сдвига по траекториям дифференциальных уравнений.
3. Производная Ли.
4. Симметрические тензоры.
5. Измеримые мультифункции. Теорема об измеримых мультифункциях.
6. Неориентированная степень гладких отображений многообразий.

#### Примерный перечень тем индивидуальных заданий (8 семестр):

1. Определение степени Лере-Шаудера вполне непрерывных векторных полей.
2. Точки ветвления и точки бифуркации.
3. Смена шрифтов, размеры, сноски и благодарности в издательской системе LaTeX
4. Расслоение Ито и уравнение Ито на многообразии.
5. Стохастические дифференциальные уравнения.
6. О единственности слабого и полного слабого решений эволюционной системы уравнений Навье-Стокса в случае  $n=2$ .
7. Альфа-модель Максвелла. Теорема существования.
8. Координатная запись дифференциальной формы.
9. Производные в среднем.
10. Понятие полного слабого и слабого решения стационарной системы уравнений Навье-Стокса.

## 11. Альфа-модель Навье-Стокса. Теорема существования.

### Требования к выполнению заданий

Тема индивидуального задания обучающегося должна соответствовать профилю подготовки «Математическое моделирование».

Индивидуальное задание должно быть выполнено обучающимся самостоятельно; обучающийся должен в полной мере овладеть математическим аппаратом необходимым для выполнения задания.

### 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в виде защиты отчета по производственной практике, научно-исследовательской.

### Структура отчета

Отчет по производственной практике, научно-исследовательской является результатом работы обучающегося в соответствующем семестре.

Отчет по производственной практике состоит из следующих обязательных разделов:

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела
1.	Титульный лист	Титульный лист является первой страницей отчета, которая не нумеруется. Обязательно наличие на титульном листе подписи обучающегося, подписи преподавателя, который осуществлял руководство практикой от кафедры и проверил подготовленный обучающимся отчет, а также заверенной печатью организации подписи специалиста-наставника, который руководил работой обучающегося во время практики на предприятии (в случае прохождения практики в сторонней организации), и/или подписи научного руководителя. Образец титульного листа приведен в приложении А.
2.	Содержание	Страница содержания, как и все последующие страницы, нумеруется, на ней должен быть представлен постраничный перечень всех разделов отчета.
3.	Перечень сокращений и обозначений	Необходим в том случае, если в отчете используется большое количество сокращений и аббревиатур, а также при наличии математических обозначений.
4.	Введение	Во введении указываются сроки прохождения производственной практики, место прохождения (в случае прохождения практики в сторонней организации – название организации и её подразделения). Приводится содержание отчета с краткой характеристикой каждого из его разделов, общим числом страниц, количеством наименований в списке литературы и количеством приложений.
5.	Основная часть	1. Характеристика объекта производственной практики. Описывается индивидуальная задача, поставленная перед обучающимся. Указываются цели и методы проводимой работы. Приводится краткое описание места прохождения практики – структура организации, основные задачи ее работы (в случае прохождения практики в сторонней организации). 2. Приводится математический аппарат, который был использован обучающимся в процессе выполнения практического задания. Например, понятия и утверждения из той или иной области математического знания; технологии программирования на том или ином языке и проч. 3. Подробное описание тех видов работ, которые обучающийся выполнял в процессе прохождения практики, а также тех профессиональных навыков, которые были им освоены.
6.	Заключение	Вывод о результатах проделанной работы, о реализации целей и выполнении поставленной руководителем практики задачи.
7.	Список литературы	Список учебной, научной, методической литературы, которая была использована обучающимся как в процессе прохождения практики, так и при написании отчета
8.	Приложения	Таблицы, схемы, графики, диаграммы, листинги программ

### Описание технологии проведения

Защита отчета о производственной практике проводится по окончании сроков прохождения практики, установленных Учебным планом.

Обучающийся предоставляет руководителю практики от кафедры отчет о практике и дневник практики, а также отзыв научного/индивидуального руководителя о работе



студента с места прохождения практики, содержащий рекомендованную оценку. Защита отчета проводится в 6 семестре перед руководителем практики, в 8 семестре – на кафедре в формате устного доклада. Обучающийся докладывает, где и в какие сроки он проходил практику, каково было индивидуальное практическое задание, какие виды работ включал в себя процесс выполнения этого задания, какими данными и источниками обучающийся при этом пользовался и каковы результаты его практической работы.

На основании нижеследующих критериев оценивания, а также рекомендованной научным/индивидуальным руководителем оценки, руководитель практики от кафедры выставляет обучающемуся оценку по производственной практике.

### Требования к выполнению заданий, шкалы и критерии оценивания

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Практика пройдена в сроки, установленные учебным планом. Индивидуальное практическое задание, выполненное обучающимся, соответствует профилю подготовки. Отчет по производственной практике составлен в соответствии с указанными выше требованиями и полностью отражает содержание практики. Обучающийся освоил математический аппарат/язык программирования, необходимый для выполнения практического задания, и успешно его применил, что было им продемонстрировано в процессе защиты отчета.	Повышенный уровень	отлично
Сроки прохождения практики не соответствуют установленным учебным планом. либо: Отчет по производственной практике составлен не в соответствии с указанными выше требованиями и/или не полностью отражает содержание практики.	Базовый уровень	хорошо
Индивидуальное практическое задание, выполненное обучающимся, не соответствует профилю подготовки. либо: Обучающийся демонстрирует большие пробелы в освоении математического аппарата, необходимого для выполнения практического задания, либо приведенный в отчете математический аппарат не соответствует индивидуальному практическому заданию.	Пороговый уровень	удовлетворительно
В установленные учебным планом сроки практика не пройдена. либо Обучающийся не освоил необходимые компетенции.	–	не зачтено

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

<Название организации – места прохождения практики<sup>1</sup>>

Математический факультет

<Название кафедры>

ОТЧЁТ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКЕ,  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ

<Должность руководителя  
от организации\* > \_\_\_\_\_ <уч. степень, уч. звание> <И.О.Фамилия>

Обучающийся \_\_\_\_\_ <И.О.Фамилия>

Научный руководитель \_\_\_\_\_ <уч. степень, уч. звание> <И.О.Фамилия>

Руководитель практики \_\_\_\_\_ <уч. степень, уч. звание> <И.О.Фамилия>

Воронеж 202\_

---

\* в случае прохождения практики в сторонней организации