

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра общей физики

Авторы-составители: **Бабушкин Игорь Аркадьевич
Сидоров Александр Сергеевич**

Программа учебной практики
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА
Код УМК 94093

Утверждено
Протокол №9
от «25» мая 2021 г.

Пермь, 2021

1. Вид практики, способ и форма проведения практики

Вид практики **учебная**

Тип практики **научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)**

Способ проведения практики **стационарная, выездная**

Форма (формы) проведения практики **дискретная**

2. Место практики в структуре образовательной программы

Учебная практика « Научно-исследовательская работа » входит в обязательную часть Блока « Б.2 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **03.03.02** Физика

направленность **Фундаментальная физика**

Цель практики :

Целью учебной практики является освоение обучающимися навыков получения, организации и анализа экспериментальных данных.

Задачи практики :

Задачами учебной практики для получения прикладных навыков являются:

- работа с многомерными массивами, подготовка экспериментальных данных к последующей обработке;
- статистическая обработка результатов измерений, оценка среднего значения, медианы, среднеквадратичного отклонения;
- основы регрессионного анализа, построение линейной и множественной регрессии;
- спектральный анализ сигналов;
- основы факторного анализа и машинного обучения, аппроксимация и прогнозирование сложных нелинейных сигналов.

3. Перечень планируемых результатов обучения

В результате прохождения практики **Научно-исследовательская работа** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

03.03.02 Физика (направленность : Фундаментальная физика)

ОПК.4 Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Индикаторы

ОПК.4.1 Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения

ОПК.5 Способен самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Индикаторы

ОПК.5.1 Проводит анализ информации в сфере профессиональной деятельности

ОПК.5.2 Приобретает новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

ПК.1 Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Индикаторы

ПК.1.1 Осваивает новые теоретические и экспериментальные методы исследования

ПК.2 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Индикаторы

ПК.2.1 Осуществляет проведение литературного обзора в выбранном направлении исследования

ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов

4. Содержание и объем практики, формы отчетности

Курс посвящен изучению статистических и спектральных методов извлечения информации из количественных и качественных экспериментальных данных. Проблемы исследуемые в курсе разделены на 5 основных разделов последовательно расширяющих навыки обработки данных.

Направления подготовки	03.03.02 Физика (направленность: Фундаментальная физика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для прохождения практики	6
Объем практики (з.е.)	3
Объем практики (ак.час.)	108
Форма отчетности	Экзамен (6 триместр)

Примерный график прохождения практики

Количество часов	Содержание работ	Место проведения
Методы обработки экспериментальных данных		
108	<p>Содержание практики сводится к выполнению пяти лабораторных работ по следующим темам:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Способы получения и организации многомерных массивов. Способы понижения размерности массива и удаления отсутствующих элементов. Визуализация данных. -Наиболее распространенные функции распределения. Среднее, медиана, дисперсия, корреляция. -Линейная регрессия, метод наименьших квадратов, коэффициент детерминации, множественная регрессия, мультиколлинеарность. -Спектральный анализ, ряд Фурье, ортогональность функций, БФП, вейвлет-анализ. -Факторный анализ. Метод главных компонент, основы машинного обучения, нейронные сети, метод опорных векторов. 	ПГНИУ, аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий для самостоятельной работы, базы практик в соответствии с заключенными договорами
ВВОДНОЕ ЗАНЯТИЕ		
1	Проведение входного тестирования. Введение по плану курса	ПГНИУ, аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий для самостоятельной работы, базы практик в соответствии с

Количество часов	Содержание работ	Место проведения
		заключенными договорами
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1. Получение и организация многомерного массива данных		
22	-Способы получения и организации многомерных массивов. Способы понижения размерности массива и удаления отсутствующих элементов. Визуализация данных.	ПГНИУ, аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий для самостоятельной работы, базы практик в соответствии с заключенными договорами
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2. Элементарные методы статистического анализа данных		
21	-Наиболее распространенные функции распределения. Среднее, медиана, дисперсия, корреляция.	ПГНИУ, аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий для самостоятельной работы, базы практик в соответствии с заключенными договорами
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3. Основы регрессионного анализа		
21	-Линейная регрессия, метод наименьших квадратов, коэффициент детерминации, множественная регрессия, мультиколлинеарность.	ПГНИУ, аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий для самостоятельной работы, базы практик в соответствии с заключенными договорами
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4. Спектральный анализ данных		
22	-Спектральный анализ, ряд Фурье, ортогональность функций, БФП, вейвлет-анализ.	ПГНИУ, аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий для самостоятельной работы, базы практик в соответствии с заключенными договорами
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5. Факторный анализ и основы машинного обучения		
21	-Факторный анализ. Метод главных компонент, основы машинного обучения, нейронные сети, метод опорных векторов.	ПГНИУ, аудитории для проведения лабораторных занятий и занятий для самостоятельной работы, базы практик в соответствии с заключенными договорами

5. Перечень учебной литературы, необходимой для проведения практики

Основная

1. Учебная практика. Основы работы в XELATEX на примере отчета по НИР: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Фундаментальная физика"/М-во образования и науки РФ, Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-Пермь:Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2018, ISBN 978-5-7944-3082-0.-1.-Библиогр.: с. 79
<https://elis.psu.ru/node/503632>
2. Федин, Ф. О. Анализ данных. Часть 2. Инструменты Data Mining : учебное пособие / Ф. О. Федин, Ф. Ф. Федин. — Москва : Московский городской педагогический университет, 2012. — 308 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].
<http://www.iprbookshop.ru/26445>
3. Федин, Ф. О. Анализ данных. Часть 1. Подготовка данных к анализу : учебное пособие / Ф. О. Федин, Ф. Ф. Федин. — Москва : Московский городской педагогический университет, 2012. — 204 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].
<http://www.iprbookshop.ru/26444>

Дополнительная

1. Статистические методы в теплотехнических исследованиях : методические указания к лабораторным работам / составители И. Г. Бянкин, И. В. Ткачук. — Липецк : Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 60 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/22937>
2. Теория вероятностей. Примеры и задачи : учебное пособие / М. Ю. Васильчик, Н. С. Аркашов, А. П. Ковалевский [и др.]. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 124 с. — ISBN 978-5-7782-2487-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/45445.html>
3. Буркова Е. Н., Кондрашов А. Н., Рыбкин К. А. Система автоматизированных расчетов Comsol: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Физика"/Е. Н. Буркова, А. Н. Кондрашов, К. А. Рыбкин.-Пермь:ПГНИУ, 2019, ISBN 978-5-7944-3286-2
<https://elis.psu.ru/node/571214>

6. Перечень ресурсов сети «Интернет», требуемых для проведения практики

При прохождении практики требуется использование следующих ресурсов сети «Интернет» :

<http://scikit-learn.org/stable/> Библиотека sklearn

7. Перечень информационных технологий, используемых при проведении практики

Образовательный процесс по практике **Научно-исследовательская работа** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета;
- интернет-сервисы и электронные ресурсы (поисковые системы, электронная почта, профессиональные тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и т.д.).

Программное обеспечение:

- ОС «Альт Образование» (Договор № ДС 003–2020);
- офисный пакет приложений "Libre Office";
- программа просмотра интернет контента (браузер) "Google Chrome".

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

8. Описание материально-технической базы, необходимой для проведения практики

1. Практические занятия.

Лаборатория "Оптики", оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в паспорте лаборатории.

2. Самостоятельная работа.

Аудитория для самостоятельной работы, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная практика выполняется студентами под руководством преподавателя.

Защита результатов включает в себя подготовку и оформление итогового отчета в письменной форме, а также подготовку и представление презентации.

Отчет и презентация должны содержать следующие разделы:

1) Введение.

2) Методика.

3) Основные результаты и их обсуждение.

4) Выводы.

Письменный отчет должен удовлетворять актуальным требованиям ГОСТ.

В пункте "Введение" требуется описать актуальность работы, провести обзор специальной литературы по теме исследования, а также произвести постановку задачи на исследование.

В пункте "Методика" требуется описать основные методы и подходы к решению поставленной задачи. Подробно описывается устройство экспериментально установки(проводится математическая постановка задачи). Производится оценка инструментальной погрешности и результаты тестовых измерений (валидация расчетов).

В пункте "Результаты и обсуждения" приводится анализ полученных результатов.

Производится оценка погрешностей и пределов применимости сделанных заключений.

Производится сравнение полученных результатов с известными результатами.

В пункте "Выводы" приводится тезисное изложение проделанной работы, включая перечисление основных достигнутых результатов.

Презентация строится по аналогичному шаблону, но в более лаконичной, иллюстративной форме. Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий. Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине практике предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья психофизиологическим особенностям обучающихся и особенностям их восприятия информации. При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции. Индикаторы и критерии их оценивания

ОПК.5

Способен самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.5.1 Проводит анализ информации в сфере профессиональной деятельности	Студент умеет проводить поиск и анализ научной литературы по тематике профессиональной деятельности, в том числе и на английском языке.	Неудовлетворительно Не владеет навыками изучения научно-технической информации, не применяет отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности Удовлетворительно Владеет навыками изучения научно-технической информации, но не применяет отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности Хорошо Владеет навыками изучения научно-технической информации, применяет отечественный, но не зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности Отлично Владеет навыками изучения научно-технической информации
ОПК.5.2 Приобретает новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	Студент владеет методами получения новых знаний, используя современные образовательные и информационные технологии и способен применять эти знания на практике.	Неудовлетворительно Студент не знает основы библиографии. Не владеет методами поиска литературы в научной, периодической библиотеке и на электронных ресурсах. Не способен организовать тематический или авторский поиск информации по профессиональной тематике. Удовлетворительно Студент знает основы библиографии, но не в полной мере владеет методами поиска литературы в научной, периодической библиотеке и на электронных ресурсах. Не способен самостоятельно организовать тематический или авторский поиск информации по профессиональной тематике. Хорошо Студент знает основы библиографии. В основном владеет методами поиска

		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>литературы в научной, периодической библиотеке и на электронных ресурсах. Способен самостоятельно организовать тематический или авторский поиск информации по профессиональной тематике.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент знает основы библиографии. В полной мере владеет методами поиска литературы в научной, периодической библиотеке и на электронных ресурсах. Способен самостоятельно организовать тематический или авторский поиск информации по профессиональной тематике.</p>
--	--	---

ОПК.4

Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ОПК.4.1 Формулирует задачи, исходя, из поставленной цели и выбирает способы их решения	Знает базовый материал для постановки задачи. Владеет методами для их решения.	<p style="text-align: center;">Неудовлетворительно</p> <p>Не демонстрирует знание материала для постановки задач. Не владеет методами для решения задач.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительно</p> <p>Демонстрирует частичное знание материала для постановки задач. Владеет некоторыми методами для их решения, но допускает серьезные ошибки.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует знание материала для постановки задач. Владеет методами для их решения, но допускает незначительные ошибки.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает базовый материал для постановки задачи. Владеет методами для их решения.</p>

ПК.1

Способен использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.1.1 Осваивает новые	Знает общие принципы проведения научных	<p style="text-align: center;">Неудовлетворительно</p> <p>Не демонстрирует частичные знания общих</p>

теоретические и экспериментальные методы исследования	исследований. Владеет отдельными теоретическими и экспериментальными методами исследования.	<p>Неудовлетворительно принципов проведения научных исследований. Не владеет отдельными теоретическими и экспериментальными методами исследования.</p> <p>Удовлетворительно Демонстрирует знания общих принципов проведения научных исследований. Владеет отдельными теоретическими и экспериментальными методами исследования, но допускает при их использовании существенные ошибки.</p> <p>Хорошо Демонстрирует знания общих принципов проведения научных исследований. Владеет отдельными теоретическими и экспериментальными методами исследования, но допускает при их использовании не существенные ошибки.</p> <p>Отлично Знает общие принципы проведения научных исследований. Владеет отдельными теоретическими и экспериментальными методами исследования.</p>
---	---	---

ПК.2

Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Компетенция	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.1 Осуществляет проведение литературного обзора в выбранном направлении исследования</p>	<p>Знает общие принципы поиска информации и работы с ней. Может выполнить литературный обзор в выбранном направлении исследования.</p>	<p>Неудовлетворительно Не знает общих принципов поиска информации и работы с ней. Не может выполнить литературный обзор в выбранном направлении исследования.</p> <p>Удовлетворительно Демонстрирует частичные навыки поиска информации и работы с ней. Может выполнить литературный обзор в выбранном направлении исследования, но есть ошибки в систематизации информации, в её полноте и в раскрытии темы исследований.</p> <p>Хорошо Демонстрирует навыки поиска информации и работы с ней. Может выполнить</p>

		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>литературный обзор в выбранном направлении исследования, но есть не существенные ошибки в систематизации информации и в её полноте.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Знает общие принципы поиска информации и работы с ней. Может выполнить литературный обзор в выбранном направлении исследования.</p>
<p>ПК.2.2 Осуществляет проведение теоретического (экспериментального) исследования в рамках поставленной задачи, обработку и анализ полученных результатов</p>	<p>Обладает базовыми знаниями в выбранном направлении исследования. Владеет теоретическими (экспериментальными) методами для решения поставленных задач. Может провести обработку и анализ полученных результатов.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворительно</p> <p>Не демонстрирует базовые знания в выбранном направлении исследования. Не владеет теоретическими (экспериментальными) методами для решения поставленных задач. Не может провести обработку и анализ полученных результатов.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительно</p> <p>Демонстрирует частичные базовые знания в выбранном направлении исследования. Владеет отдельными теоретическими (экспериментальными) методами для решения поставленных задач, но при решении этих задач допускает ошибки. Может провести обработку данных, но при анализе полученных результатов наблюдаются существенные трудности.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Демонстрирует базовые знания в выбранном направлении исследования. Владеет теоретическими (экспериментальными) методами для решения поставленных задач, но при решении этих задач допускает не существенные ошибки. Может провести обработку данных, но при анализе полученных результатов наблюдаются не значительные ошибки.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Обладает базовыми знаниями в выбранном направлении исследования. Владеет теоретическими (экспериментальными) методами для решения поставленных задач. Может провести обработку и анализ полученных результатов.</p>

Оценочные средства

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Защищаемое контрольное мероприятие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации :
время отводимое на доклад 1

Показатели оценивания

Отсутствуют постановка задачи и литературный обзор. Исследование проведено недостаточно полно для описания явления или процесса. Невозможно интерпретировать полученные результаты. Студент не способен ответить на вопросы по теме НИР. Отчет выполнен с серьезными замечаниями.	Неудовлетворительно
Студент не достаточно четко формулирует постановку задачи. Литературный обзор сделан не полно и при этом студент путается в результатах рассматриваемых работ. В изложении методов и способов собственных исследований, а также при обсуждении полученных результатов и в выводах имеются не существенные ошибки. Ответы на дополнительные вопросы не полные. Отчет выполнен с не существенными замечаниями.	Удовлетворительно
Студент способен с небольшими пометками сделать постановку задачи и рассказать историю вопроса. Способен корректно изложить методы и способы исследований. При обсуждении полученных результатов студент допускает не существенные ошибки. Выводы по результатам исследования правильные и корректные. Ответы на дополнительные вопросы полные, развернутые. Отчет выполнен согласно требованиям с не существенными замечаниями.	Хорошо
Студент способен сделать постановку задачи и рассказать историю вопроса. Способен корректно изложить методы и способы исследований. Обсуждение полученных результатов студент проводит грамотно и аргументировано. Выводы по результатам исследования правильные и корректные. Ответы на дополнительные вопросы полные, развернутые. Отчет выполнен согласно требованиям, предъявляемым к НИР.	Отлично