

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
КАФЕДРА ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ МЕТРОЛОГИИ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРАКТИКУМ ПО КВАНТОВОЙ МЕТРОЛОГИИ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 03.04.01 Прикладные математика и физика

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
3	2	72	16	32	0		24	0	3
Итого	2	72	16	32	0	0	24	0	

## АННОТАЦИЯ

Обучение в рамках дисциплины рассматриваются как важный элемент профилизации при подготовке магистров и направлены на развитие умения творчески применять полученные теоретические и практические знания в области фундаментальной и специальной подготовки.

Целями освоения учебной дисциплины в нанометровом масштабе являются:

- 1 – сформировать практические навыки проведения расчетных и экспериментальных исследований;
- 2 – познакомить будущего специалиста с комплексом основных проблем в рамках тематики практикума, их взаимосвязью и взаимным влиянием;
- 3 – закрепить теоретические знания, полученные в период обучения;
- 4 – предоставить возможность расширить теоретические знания, в рамках тематики практикума;
- 5 – предоставить студенту возможность приобрести навыки коллективной работы в научной группе;
- 6 – предоставить студенту возможность продемонстрировать свой творческий потенциал в работах научно-исследовательской направленности.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- 1 – сформировать практические навыки проведения расчетных и экспериментальных исследований;
- 2 – познакомить будущего специалиста с комплексом основных проблем в рамках тематики практикума, их взаимосвязью и взаимным влиянием;
- 3 – закрепить теоретические знания, полученные в период обучения;
- 4 – предоставить возможность расширить теоретические знания, в рамках тематики практикума;
- 5 – предоставить студенту возможность приобрести навыки коллективной работы в научной группе;
- 6 – предоставить студенту возможность продемонстрировать свой творческий потенциал в работах научно-исследовательской направленности.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин ООП подготовки магистра по направлению подготовки.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
--------------------------------	--

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Создание стандартов времени и частоты для систем глобальной спутниковой навигации с применением современных методов и средств проектирования, конструирования и компьютерного моделирования	Стандарты времени и частоты	<p>ПК-1 [1] - Способен самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.042</p>	<p>З-ПК-1[1] - Знать основные методы и принципы научных исследований, математического моделирования, основные проблемы профессиональной области, требующие использования современных научных методов исследования для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств. ;</p> <p>У-ПК-1[1] - Уметь ставить и решать прикладные исследовательские задачи, оценивать результаты исследований; проводить научные исследования и получать новые научные и прикладные результаты самостоятельно и в составе научного коллектива;</p> <p>В-ПК-1[1] - Владеть навыками выбора и использования математических моделей для научных исследований и (или) разработки новых технических средств</p>

			самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы.
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Научно-исследовательская работа часть 1	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1
2	Научно-исследовательская работа часть 2	9-16	8/16/0		25	КИ-16	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		16/32/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b>				50	3	3-ПК-1, У-ПК-1, В-ПК-1

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

#### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недел и	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем. , час.	Лаб., час.
	<i>3 Семестр</i>	16	32	0
<b>1-8</b>	<b>Научно-исследовательская работа часть 1</b>	8	16	0
1 - 8	<b>Постановка задачи. Методы решения</b> Выбор объектов исследования. Анализ литературных данных. Выбор методов решения. Ознакомление и освоение экспериментальных и/или теоретических и/или расчетных методов решения задачи.	Всего аудиторных часов		
		8	16	0
		Онлайн		
		0	0	0
<b>9-16</b>	<b>Научно-исследовательская работа часть 2</b>	8	16	0
9 - 16	<b>Расчетно-экспериментальная работа</b> Решение поставленной задачи выбранными методами. Оптимизация работ. Корректировка целей и средств достижения результатов (по необходимости).	Всего аудиторных часов		
		8	16	0
		Онлайн		
		0	0	0

Сокращенные наименования онлайн опций:

Обозна чение	Полное наименование
ЭК	Электронный курс
ПМ	Полнотекстовый материал
ПЛ	Полнотекстовые лекции
ВМ	Видео-материалы
АМ	Аудио-материалы
Прз	Презентации
Т	Тесты
ЭСМ	Электронные справочные материалы
ИС	Интерактивный сайт

#### ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>3 Семестр</i>
1 - 8	<b>Постановка задачи.</b> Выбор объектов исследования. Анализ литературных данных. Выбор методов решения. Ознакомление и освоение экспериментальных и/или теоретических и/или расчетных методов решения задачи.
9 - 16	<b>Расчетно-экспериментальная работа</b> Решение поставленной задачи выбранными методами. Оптимизация работ. Корректировка целей и средств достижения результатов (по необходимости).

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лабораторные и практические работы. Дискуссии. Доклады с обсуждением в группе

#### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационное мероприятие (КП 1)
ПК-1	З-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-1	З, КИ-8, КИ-16

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов	Оценка по 4-ех балльной шкале	Оценка ECTS	Требования к уровню освоению учебной дисциплины
90-100	5 – «отлично»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
85-89	4 – «хорошо»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 – «удовлетворительно»	E	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
60-64			
Ниже 60	2 – «неудовлетворительно»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без

			дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.
--	--	--	---

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ М 25 Введение в нанотехнологию : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2022
2. ЭИ В15 Введение в физику мезоскопических систем : учебное пособие для вузов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Компьютерное моделирование наноструктур" : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
4. ЭИ Д 13 Элементарное введение в теорию наносистем : , Санкт-Петербург: Лань, 2022
5. 538.9 В15 Введение в физику мезоскопических систем : учебное пособие для вузов, В. Г. Валеев, Э. А. Манькин, Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
6. 539.1 Б82 Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
7. ЭИ Б82 Физическая кинетика атомных процессов в наноструктурах : учебное пособие для вузов, В. Д. Борман, В. Н. Тронин, В. И. Троян, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
8. ЭИ Ф50 Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие для вузов, В. И. Троян [и др.], Москва: МИФИ, 2008

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Практикум под руководством преподавателя кафедры, активно занимающегося научной работой, ведется студентами в течение одного семестра.

Выполнение и защита практикума рассматриваются как важный элемент профилизации при подготовке магистра и направлены на развитие умения творчески применять полученные теоретические и практические знания в области фундаментальной и специальной подготовки.

Практика, выполняемая студентами в течение двух семестров, имеет целью:

- познакомить будущего специалиста с комплексом основных проблем в рамках тематики научно-исследовательской работы, их взаимосвязью и взаимным влиянием;
- закрепить теоретические знания, полученные в период обучения;
- предоставить возможность расширить теоретические знания, в рамках тематики научно-исследовательской работы;
- предоставить студенту возможность приобрести навыки коллективной работы в научной группе;
- сформировать практические навыки проведения расчетных и экспериментальных исследований;
- предоставить студенту возможность продемонстрировать свой творческий потенциал в работах научно-исследовательской направленности.

Задача, поставленная в рамках практики, носит научный характер. Методы, применяемые при решении задач, должны обеспечивать получение достоверных качественных и количественных результатов. Для обеспечения требуемого уровня достоверности результатов следует использовать современное оборудование и расчетные компьютерные программы.

Список предполагаемых тем практики ежегодно составляется и утверждается на заседании кафедры. Выбор темы практики представляется студенту. Активное участие в выборе темы принимает куратор студенческой группы. Руководителем учебно-исследовательской работы является преподаватель кафедры, активно занимающийся научной работой. Задание на практикум составляется руководителем учебно-исследовательской работы.

Результаты выполнения практики представляются в виде отчета. Отчет подписывается студентом и руководителем практики.

Материал отчета следует представить в виде специальных разделов, относящихся к различным формам самостоятельной работы студента в рамках практики:

- задание на практикум;
- введение, в котором изложены суть поставленной задачи, основные методы и подходы, используемые при решении смежных задач, формулировку программы исследований;
- исходные данные, необходимые для выполнения исследований;
- описание выбранных экспериментальных методик и/или расчетных программ;
- результаты исследований в виде таблиц и графиков с соответствующими комментариями;
- заключение, характеризующее выполнение задания на учебно-исследовательскую работу в целом;
- список использованной литературы;
- приложения.

Защита практики производится в конце семестра. Выполнение практикума является одной из важнейших форм самостоятельной работы и имеет своей целью:

- систематизацию и закрепление теоретических и практических знаний по профилю подготовки, полученных в процессе обучения;
- закрепление и расширение экспериментальных и расчетных навыков выпускника;



- дальнейшее совершенствование навыков самостоятельного решения инженерных и исследовательских задач;

- подготовка его к самостоятельной работе в условиях современной научно-исследовательской лаборатории и производства.

Практикум по квантовой метрологии по направлению подготовки в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями основной образовательной программы должна способствовать развитию всех компетенций в соответствии с требованиями ФГОС.

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Практикум под руководством преподавателя кафедры, активно занимающегося научной работой, ведется студентами в течение одного семестра.

Выполнение и защита практикума рассматриваются как важный элемент профилизации при подготовке магистра и направлены на развитие умения творчески применять полученные теоретические и практические знания в области фундаментальной и специальной подготовки.

Практика, выполняемая студентами в течение двух семестров, имеет целью:

– познакомить будущего специалиста с комплексом основных проблем в рамках тематики научно-исследовательской работы, их взаимосвязью и взаимным влиянием;

– закрепить теоретические знания, полученные в период обучения;

– предоставить возможность расширить теоретические знания, в рамках тематики научно-исследовательской работы;

– предоставить студенту возможность приобрести навыки коллективной работы в научной группе;

– сформировать практические навыки проведения расчетных и экспериментальных исследований;

– предоставить студенту возможность продемонстрировать свой творческий потенциал в работах научно-исследовательской направленности.

Задача, поставленная в рамках практики, носит научный характер. Методы, применяемые при решении задач, должны обеспечивать получение достоверных качественных и количественных результатов. Для обеспечения требуемого уровня достоверности результатов следует использовать современное оборудование и расчетные компьютерные программы.

Список предполагаемых тем практики ежегодно составляется и утверждается на заседании кафедры. Выбор темы практики представляется студенту. Активное участие в выборе темы принимает куратор студенческой группы. Руководителем учебно-исследовательской работы является преподаватель кафедры, активно занимающийся научной работой. Задание на практикум составляется руководителем учебно-исследовательской работы.

Результаты выполнения практики представляются в виде отчета. Отчет подписывается студентом и руководителем практики.

Материал отчета следует представить в виде специальных разделов, относящихся к различным формам самостоятельной работы студента в рамках практики:

задание на практикум;

введение, в котором изложены суть поставленной задачи, основные методы и подходы, используемые при решении смежных задач, формулировку программы исследований;

исходные данные, необходимые для выполнения исследований;

описание выбранных экспериментальных методик и/или расчетных программ;

результаты исследований в виде таблиц и графиков с соответствующими комментариями;

заключение, характеризующее выполнение задания на учебно-исследовательскую работу в целом;

список использованной литературы;

приложения.

Защита практики производится в конце семестра. Выполнение практикума является одной из важнейших форм самостоятельной работы и имеет своей целью:

- систематизацию и закрепление теоретических и практических знаний по профилю подготовки, полученных в процессе обучения;

- закрепление и расширение экспериментальных и расчетных навыков выпускника;

- дальнейшее совершенствование навыков самостоятельного решения инженерных и исследовательских задач;

- подготовка его к самостоятельной работе в условиях современной научно-исследовательской лаборатории и производства.

Практикум по квантовой метрологии по направлению подготовки в соответствии с задачами профессиональной деятельности и целями основной образовательной программы должна способствовать развитию всех компетенций в соответствии с требованиями ФГОС.

Автор(ы):

Борисюк Петр Викторович, к.ф.-м.н., доцент

Рецензент(ы):

зам. нач. ГМЦ ГСВЧ ФГУП ВНИИФТРИ, проф,  
д.ф.-м.н., Пальчиков В.Г.