

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»

Утверждено

**Директор образовательной
программы**

Дорожкин П.С.

Идентификатор документа, задачи / ID: 479406 v.1, 450401



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /
The document is signed with a simple electronic signature

Директор образовательной программы / The Director of the program
Дорожкин Павел Сергеевич / Dorozhkin Pavel Sergeevich

Дата подписания / Date of signing 22.09.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

“Производственная практика”

Направление подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Квалификация “магистр”

Москва 2026

Название курса

Производственная практика

1. Аннотация

Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: относится модулю 2 “Отрасль” учебного плана, обязательная часть. Летняя четверть первого года обучения.

Язык дисциплины (модуля): русский и английский.

Ведущий преподаватель: Красников Дмитрий Викторович, Чернышев Виктор Михайлович

Цель программы "Индустриальное погружения" — предоставить студентам Сколтеха опыт практической работы в промышленном секторе, развить навыки и знания для их будущего применения в областях инженерии и инноваций. Индустриальное погружение осуществляется в отраслевой компании и исключает практику в академических учреждениях (например, университетах и т. д.).

Продолжительность программы 8 недель. В отличие от долгосрочных исследовательских задач проект практики представляет собой выполнение краткосрочной технологической задачи в сфере разработки, производства или эксплуатации под руководством кураторов от компании и Сколтеха.

Подготовка проекта практики планируется Институтом и компанией совместно: задание на проект предоставляется компанией и подлежит утверждению координатором программы индустриального погружения.

С потенциальными местами для прохождения практики можно ознакомиться в п.2 рабочей программы дисциплины.

2. Материально-техническое обеспечение

Потенциальные места для прохождения практики студентов, обучающихся по направлению подготовки 12.04.03 Фотоника и Оптоинформатика включают, но не ограничены следующими организациями:

Skoltech

Наименование организации	Адрес осуществления образовательной деятельности	Материально-техническое обеспечение
ООО «Новапринт 3Д»	121205, г. Москва, территория Инновационного Центра «Сколково», ул. Нобеля, д. 3	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ПАО «Сбербанк»	121170, г. Москва, СбербанкСити, Кутузовский пр-т, 32кБ	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «Рамановские Технологии»	142432, Московская обл., г. Черноголовка, ул. Береговая, дом 24, пом. 30 (2433)	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «Дефан»	121205, г. Москва, тер. Инновационного Центра Сколково, Большой б-р, д. 30 стр. 1, помещ. 51п	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

Skoltech

ООО «Фистех»	121205, г. Москва, б-р Большой (Инновационного Центра Сколково Тер), д. 30 стр. 1, эт/пом/рм 2/225/225-4	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «ЛАБАДВАНС»	121205, г. Москва, территория Инновационного Центра «Сколково», ул. Сикорского, д. 11	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
Российский квантовый центр (ООО «Международный центр квантовой оптики и квантовых технологий»/ООО «МЦКТ»)	121205, г. Москва, территория Инновационного Центра «Сколково», Большой б-р, д. 30, стр. 1	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «Активная фотоника»	124460, г. Москва, г. Зеленоград, Панфиловский пр-кт, д. 10, офис 49	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «Сиквэл»	105187, г. Москва, Щербаковская ул., д. 53 к. 16	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

Skoltech

ООО «Гиперспектрус»	192284, г. Санкт-Петербург, Будапештская ул, д. 71 к. 1 литера А, кв. 156	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
НИИ "Полус" им. М.Ф. Стедьмаха	117342, г. Москва, ул. Введенского, д.3 к.1	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «Активная фотоника»	124460, г. Москва, г. Зеленоград, Панфиловский пр-кт, д. 10, офис 49	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «ТЕТРАКВАНТ»	121205, г. Москва, территория Инновационного Центра «Сколково», ул. Нобеля, д. 3, пом. 044, 103.1	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «БАРИ-НН»	603155, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, д. 46	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

Skoltech

ООО «Т8»	107076, г. Москва, ул. Краснобогатырская, д. 44, стр. 1	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «Сиквэл»	105187, г. Москва, Щербаковская ул., д. 53 к. 16	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.
ООО «ТЕТРАКВАНТ»	121205, г. Москва, территория Инновационного Центра «Сколково», ул. Нобеля, д. 3, пом. 044, 103.1	Аудитория для работы, оснащенная стандартным рабочим местом, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет.

Перечень используемого ПО:

- MS Office
- Antiplagiat

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

-

4. Трудоемкость

12 з.е. (1 з.е. это 27 астрономических часов)

5. Содержание курса

Тема	Содержание	Контактная работа	Самостоятельная работа
Работа в компании + отчет о проделанной работе	Студенческие команды работают в компаниях в течение восьми недель в течение летнего семестра (обычно июнь-июль). Проектные работы выполняются под пристальным контролем компании, руководителя проекта и наставника промышленного погружения Сколтеха. По окончании ожидается, что студенты заполнят онлайн-форму отчета и отправят ее в Департамент образования в течение недели после окончания стажировки. Затем отчет будет утвержден руководителем проекта компании и сотрудником Индустриального офиса Сколтеха.	0	240
Работа над командным постером	Вместе с индивидуальными отчетами студенты также должны представить постеры командных проектов через Canvas. Плакат состоит из следующих разделов: 1) Название проекта; 2) Предыстория задачи проекта; 3) Цели; 4) Процесс; 5) Результаты; 6) Выводы.	0	81
Конференция “Индустриальный день”	Студенты должны посетить Индустриальный день и выставить свой командный постер на сессии во время мероприятия. Постер должен быть предварительно одобрен компанией, в которой была пройдена практика, а также сотрудником Индустриального офиса Сколтеха.	3	0
Итого		324	

Самостоятельная работа:	321
Промежуточная аттестация:	0
Общее кол-во часов:	324

6. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины **“Производственная практика”** при подготовке магистров по направлению подготовки **12.04.03 Фотоника и Оптикоинформатика** направлено на приобретение следующих компетенций:

Код и наименование компетенции
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки приборов и систем, технологий производства оптических сред, материалов и устройств фотоники и оптикоинформатики
ОПК-2.Способен организовывать проведение научного исследования и разработку новых оптических систем и технологий, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и фотонных исследований
ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ПК-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;
ПК-2. Способен ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание;
ПК-3. Способен применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способен самостоятельно организовывать и

Skoltech

проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.

7. Вид итоговой оценки

зачет

8. Структура оценки

Вид деятельности	Относительный вклад в итоговую оценку за курс, %
Индивидуальный отчет	45
Постер (командный)	45
Участие в конференции “Индустриальный день”	10

9. Система оценивания

По окончании Индустриальной практики ожидается, что студенты заполнят онлайн-форму отчета и отправят ее в Департамент образования в течение недели после окончания стажировки. Затем отчет будет утвержден руководителем проекта компании и сотрудником Индустриального офиса Сколтеха.

Вместе с индивидуальными отчетами студенты также должны представить постеры командных проектов через Canvas.

Студенты должны посетить Индустриальный день и выставить свой постер на сессии во время мероприятия. Постер должен быть предварительно одобрен компанией, в которой была пройдена практика, а также сотрудником Индустриального офиса Сколтеха.

Для того, чтобы получить “зачтено” за Индустриальную практику студент должен предоставить командный проект, постер, а также участвовать в Индустриальном дне заработав “зачтено” по каждому элементу. Если хотя бы

по одному из элементов студент не получает “зачтено”, студент не получает “зачтено” за Индустриальную практику.

10. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

1. Работа над командным проектом;
2. Подготовка постера
3. Изучение литературы.

Трудоемкость самостоятельной работы - 321 час.

Для самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать следующие источники:

- 1) Product design and Development, Karl T. Ulrich, Eppinger, fifth edition. ISBN-13 (or ISBN-10): 9780073404 776
- 2) Technology Entrepreneurship: Taking Innovation to the Marketplace Thomas N. Duening, Robert A. Hisrich and Michael A. Lechter. ISBN-13 (or ISBN-10): 9780124201 750
- 3) Lean Customer Development: Building Products Your Customers Will Buy, Cindy Alvarez. ISBN-13 (or ISBN-10): 9781492023 746

Дополнительно методические указания по отдельным видам работ приведены в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

11. Фонд оценочных средств. Оценочные и методические материалы по дисциплине

Все задания для самостоятельной работы, включая методические рекомендации по подготовке отчета и постера находятся в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

Ниже приведены примеры каждого задания и методические рекомендации по его выполнению.

11.1. Индивидуальный отчет

В начале практики студенты обсуждают с компанией цели, которые должны быть достигнуты студентом за время работы в компании.

Skoltech

По окончании практики ожидается, что студенты заполнят онлайн-форму отчета, в котором будут описаны достигнутые результаты. Форму необходимо отправить в Департамент образования в течение недели после окончания стажировки. Затем индивидуальный отчет будет утвержден руководителем проекта компании и сотрудником Индустриального офиса Сколтеха.

11.1.1. Оценочные материалы для выполнения индивидуального отчета (перечень вопросов для выполнения отчета)

- Опишите чего вы достигли (будьте конкретны), а также расскажите про проделанную для достижения цели работу.
- Опишите все проблемы, с которыми вы столкнулись во время практики, а также опишите найденные вами решения. Если проект пошел по другому пути и ваши задачи/цели изменились в сравнении с тем, что изначально планировалось, опишите, почему так получилось.
- Подведите итоги проекта, который вы выполняли в компании (как результаты могут быть использованы/внедрены в индустрию).

11.1.2. Методические рекомендации

“Зачтено” за индивидуальный отчет студент получает если:

- Проект полностью выполнен согласно поставленной компанией задаче, ожидаемые результаты достигнуты.
- Отчет сдан студентом в Canvas вовремя.
- Отчет одобрен руководителем проекта компании и руководителем Сколтеха как «зачтено».

В случаях если один из вышеуказанных пунктов не выполняется, студент получает оценку “незачтено”, что приводит к “незачтено” по индустриальной практике.

Проект полностью выполнен согласно поставленной компанией задаче, ожидаемые результаты достигнуты. Отчет сдан студентом в Canvas вовремя. Отчет одобрен руководителем проекта компании и руководителем Сколтеха как «зачтено/не пройдено».

11.2. Командный постер

Skoltech

По завершении практики студенты должны подготовить командный плакат (постер).

11.2.1. Оценочные материалы (содержание/структура постера):

Плакат состоит из следующих разделов:

- 1) Название проекта;
- 2) Предыстория задачи проекта;
- 3) Цели;
- 4) Процесс;
- 5) Результаты;
- 6) Выводы.

Плакат заполняется на английском языке. Шаблон плаката доступен на странице курса в Canvas. Плакат утверждается руководителем проекта Компании и руководителем Сколтеха.

11.2.2. Методические рекомендации

Критерии оценивания постера следующие:

1. Соответствие представленной информации фактически выполненным работам;
2. Структурирование информации и форматирование текста по шаблону – текст четкий и по существу;
3. Эффективное использование графики, цвета и шрифтов;
4. Содержание полное, структурированное, логичное.

Для того, чтобы получить “Зачтено” необходимо, чтобы работа соответствовала вышеуказанным требованиям. Если работа не соответствует требованиям, студент получает “Не зачтено”, что приводит к “Не зачтено” по Индустриальной практике.

11.3. Участие в конференции “Индустриальный день”

Студенты должны посетить Индустриальный день и выставить свой командный постер на сессии во время мероприятия. Постер должен быть предварительно одобрен компанией, в которой была пройдена практика, а также сотрудником Индустриального офиса Сколтеха.

11.3.1. Оценочные материалы (содержание/структура постера):

Плакат состоит из следующих разделов:

- 1) Название проекта;
- 2) Предыстория задачи проекта;
- 3) Цели;
- 4) Процесс;
- 5) Результаты;
- 6) Выводы.

Плакат заполняется на английском языке. Шаблон плаката доступен на Canvas странице курса. Плакат утверждается руководителем проекта Компании и руководителем Сколтеха.

Перечень возможных вопросов от научного руководителя:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какое уравнение описывает распространение электромагнитной волны в однородной среде?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

В волоконно-оптической линии связи (ВОЛС) из-за хроматической дисперсии происходит уширение световых импульсов, что приводит к межсимвольной интерференции. Предложите один наиболее эффективный путь решения этой задачи на аппаратном уровне без замены магистрального кабеля.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какой эффект возникает при взаимодействии лазерного излучения с нелинейной средой?

- А) Интерференционная картина
- Б) Нелинейное преломление и изменение фазы

Skoltech

- В) Поглощение света
Г) Рассеяние Рэлея

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какое из перечисленных волоконно-оптических устройств представляет собой спектрально-селективный отражатель, отражающий узкий диапазон длин волн и пропускающий остальные компоненты оптического сигнала?

- А) Полупроводниковые лазеры
Б) Брэгговская решётка
В) Излучатель поверхностных плазмон-поляритонов
Г) Широкополосный изолятор

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Для какого параметра характерна дисперсия групповых задержек в волоконно-оптической линии связи?

- А) Потери мощности сигнала
Б) Ширина полосы пропускания волокна
В) Временная зависимость задержки сигнала разных частот
Г) Коэффициент затухания среды

Напишите правильный ответ: в формате заглавной буквы (например, Г)

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Укажите правильное название информационных систем, которые используют когерентное лазерное излучение для записи, чтения или передачи данных.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Skoltech

Назовите один из основных параметров выбора материала для изготовления диэлектрических зеркал в заданном спектральном диапазоне.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Научная группа разработала уникальный химический состав коллоидного раствора для выращивания квантовых точек. Состав невозможно определить путем анализа готового изделия (светодиода). Какой метод правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности (РИД) является наиболее эффективным, если авторы хотят избежать раскрытия формулы конкурента.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Перечислите ДВА основных фактора, влияющих на выбор конфигурации планарных волноводов.

Напишите два любых фактора через запятую:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Почему при разработке фотонных интегральных схем важно учитывать эффекты теплового воздействия?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

На каком физическом принципе основано распространение света в оптическом волокне?

Напишите правильный ответ:

Skoltech

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Компания разработала уникальную геометрию расположения микролинз на поверхности КМОП-матрицы, которая кардинально улучшает сбор света под косыми углами. Данная топология легко копируется конкурентами путем послойного снятия материала (обратного инжиниринга). Какой метод правовой защиты РИД эффективен в данном случае, если нужно защитить именно внешний вид, форму и взаимное расположение элементов структуры?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

При проектировании систем фотоники разработчик обязан учитывать объективные ограничения (технологические, экономические, правовые, экологические). Назовите тип факторов, отражающих субъективные вкусы или интуицию инженера, которые не относятся к этим объективным ограничениям.

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Как называется этап жизненного цикла оптического прибора, следующий после эксплуатации, на котором прибор демонтируется и направляется на утилизацию?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какой документ регламентирует экологические требования к производству оптоэлектронных компонентов?

- А) ГОСТ Р ИСО 14001
- Б) ГОСТ 2.105
- В) ГОСТ 8.417
- Г) ГОСТ 12.0.003

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Skoltech

При расчете стоимости жизненного цикла оптического устройства учитываются экологические сборы и правовые пошлины. Назовите базовый вид ограничений, к которому относятся все эти стоимостные затраты, бюджетные лимиты и финансовые показатели проекта.

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

При исследовании влияния температуры на показатель преломления нового полимерного оптического материала студент провел серию из 10 измерений при комнатной температуре. Какую методологическую ошибку в планировании эксперимента совершил исследователь, из-за которой невозможно выявить искомую зависимость?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Научная группа разработала новую технологию синтеза наноразмерных волноводов. При повторении процесса на том же оборудовании геометрические размеры волноводов в разных партиях отличаются на 40%. Какое критическое требование к результатам исследования нарушено у данной технологии?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Вам поручено разработать компактный лазерный дальномер, который будет эксплуатироваться на открытом воздухе при температурах от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$. В ходе испытаний прототипа выяснилось, что при изменении температуры оптические элементы смещаются, нарушая юстировку. Назовите свойство материалов деталей корпуса (оправы оптики), которое инженеру необходимо минимизировать при проектировании, чтобы избежать тепловой расстройки системы.

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Инженер измеряет спектр пропускания тонкой оптической пленки на стеклянной подложке. Он измерил интенсивность света, прошедшего через образец (пленка + стекло), но забыл провести измерение только для чистого стекла (без пленки). Какую обязательную процедуру в оптических измерениях пропустил студент, из-за чего в результаты закрались систематическая ошибка?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

При проектировании волоконно-оптической системы связи на длине волны 1550 нм (С-диапазон) инженеру необходимо выбрать материал для полупроводникового фотодиода. Почему стандартные и дешевые кремниевые (Si) фотоприемники категорически не подходят для решения этой задачи?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

При разработке лазерного лидара (оптического локатора), работающего на открытом воздухе в солнечную погоду, отраженный от объекта полезный лазерный сигнал (длина волны 532 нм) полностью забивается мощной фоновой засветкой от солнца. Какой оптический элемент необходимо установить непосредственно перед фотоприемником, чтобы отсеять излучение солнца и пропустить только лазерный сигнал?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Магистрант измерил фокусное расстояние линзы один раз и записал полученное значение в отчет как абсолютно точный результат исследования. Какое базовое научно-методологическое правило обработки результатов эксперимента нарушил студент, из-за чего невозможно оценить случайную погрешность измерения?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и укажите правильную последовательность этапов.

Этапы жизненного цикла продукта в правильной последовательности:

- А) Производство
- Б) Эксплуатация
- В) Утилизация
- Г) Проектирование

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВГ):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какой из факторов не относится к интеллектуальным ограничениям?

- А) Уровень квалификации персонала

Skoltech

- Б) Доступность патентов
- В) Стоимость сырья
- Г) Наличие ноу-хау

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какой (какие) из перечисленных документов определяет (определяют) требования к охране труда при работе с лазерным оборудованием?

- А) СанПиН 2.2.4.3359-16
- Б) ГОСТ Р 50723-94
- В) Трудовой кодекс РФ
- Г) Все перечисленные

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Перечислите ДВА основных экономических ограничения, которые необходимо учитывать при организации производства оптических компонентов.

Напишите два любых ограничения через запятую:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какие существуют экологические принципы, которые должны быть учтены при утилизации оптоэлектронных приборов? Перечислите ДВА ограничения.

Напишите два любых принципа через запятую:

Skoltech

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Приведите ОДИН пример ограничения, связанного с защитой прав на объекты интеллектуальной собственности, которое может повлиять на выбор технологии производства оптических элементов.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какой этап (какие этапы) жизненного цикла оптического прибора требует (требуют) учёта экономических ограничений?

- А) Проектирование
- Б) Производство
- В) Эксплуатация
- Г) Утилизация
- Д) Все перечисленные

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какие ограничения учитываются при проектировании оптической системы для медицинского применения?

- А) Только технические параметры (разрешение, чувствительность)
- Б) Технические и экономические ограничения
- В) Технические, экономические, экологические, правовые и социальные ограничения (например, безопасность для пациента, соответствие стандартам, стоимость эксплуатации).

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какие технические параметры должны учитываться при проектировании медицинских приборов? Приведите минимум ДВА примера.

Напишите два любых параметра через запятую:

Skoltech

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

На вход волокна подается оптическая мощность $P_{in}=10\text{мВт}$. Суммарные потери в линии составляют 10 дБ. Определите мощность на выходе. Ответ выразите в мВт

Напишите правильный ответ в численном виде:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Для поиска новых идей по теме «волоконно-оптические датчики давления» вам необходимо изучить самые свежие мировые англоязычные статьи и труды конференций в области электротехники и фотоники. Какая профессиональная международная база данных и цифровая библиотека ассоциации инженеров является профильной для этой задачи?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Вам поручено рассчитать сложный многолинзовый объектив для микроскопа методами трассировки лучей. Какую отечественную программную среду или её международные open-source аналоги на языке Python целесообразно использовать для автоматизации этой инженерной задачи в РФ?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Вам необходимо самостоятельно написать скрипт для математического моделирования распространения светового импульса в нелинейной среде, оптимизировав скорость вычислений. Какой современный интерпретируемый язык программирования

Skoltech

(обладающий мощными открытыми библиотеками NumPy, SciPy, Matplotlib) является сегодня стандартом де-факто в академической среде для быстрой разработки таких расчетных алгоритмов?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

При проектировании автоматизированной линии вакуумного напыления многослойных оптических покрытий инженеры создали её точную виртуальную копию. Эта копия в реальном времени получает данные с датчиков физической установки и моделирует износ узлов. Как в современной цифровой индустрии называется такая программная система — динамическая виртуальная модель реального физического объекта?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какой прибор применяется для измерения длины волны лазерного излучения?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Для измерения какой характеристики фотоприемника можно использовать монохроматическое сканирование?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какую угловую характеристику связи между источником излучения и световодом определяет числовая апертура (NA) оптического волокна?

Напишите правильный ответ

Skoltech

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Архитектура волоконно-оптической линии связи состоит из передающего, трактового и приемного блоков. Какое электронно-оптическое устройство устанавливается на приемной стороне магистральной для преобразования оптического сигнала в электрический?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Из-за какого различия в кинетике распространения спектральных компонент светового сигнала возникает хроматическая дисперсия в оптическом волокне?

Напишите правильный ответ

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какой метод обработки данных позволяет повысить отношение сигнал/шум при измерениях в фотонике?

- А) Усреднение по множеству измерений
- Б) Увеличение частоты дискретизации
- В) Использование одного измерения
- Г) Уменьшение времени экспозиции

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какова основная причина дисперсии в оптическом волокне?

- А) Поглощение света материалом
- Б) Различие скоростей распространения разных длин волн
- В) Потери на соединениях
- Г) Внешние электромагнитные помехи

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какой параметр определяет эффективность передачи оптической мощности через волокно?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Какое программное обеспечение чаще всего используется для обработки экспериментальных данных в фотонике?

- А) AutoCAD
- Б) MATLAB
- В) MS Word
- Г) Adobe Photoshop

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и укажите правильную последовательность этапов.

Действия при калибровке спектрометра с использованием источника с известной длиной волны:

- А) Включить источник
- Б) Записать спектр
- В) Сравнить измеренную длину волны с эталонной
- Г) При необходимости скорректировать шкалу прибора

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВГ):

Прочитайте задание и укажите правильную последовательность этапов.

В каком порядке выполняются операции при калибровке оптического измерителя мощности с использованием эталонного источника?

- А) Сравнение показаний измерителя с эталонным значением мощности.
- Б) Включение эталонного источника и его прогрев до стабилизации.
- В) Введение поправочного коэффициента (если требуется).
- Г) Установка измерителя напротив выходного окна источника.

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВГ):

Skoltech

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Перечислите основные источники ошибок при измерении оптической мощности фотоприёмником. Назовите ДВА источника ошибок.

Напишите два любых источника через запятую:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Установите правильную последовательность действий при определении коэффициента затухания волокна методом обратного отсечения (cut-back method):

- А) Измерить оптическую мощность на выходе длинного участка волокна.
- Б) Укоротить волокно до малого эталонного участка, не изменяя условия ввода излучения.
- В) Рассчитать коэффициент затухания по разности измеренных мощностей и разности длин участков.
- Г) Измерить оптическую мощность на выходе короткого участка волокна.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Как называется диапазон длин волн (или частот), в котором коэффициент пропускания оптического фильтра превышает установленный уровень?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и укажите правильную последовательность этапов.

Этапы проведения эксперимента по измерению спектральной чувствительности фотоприёмника:

- А) Запись спектра отклика фотоприёмника при различных длинах волн.
- Б) Калибровка источника излучения по эталонному спектру.
- В) Обработка и анализ полученных данных.
- Г) Подключение фотоприёмника к измерительному прибору.

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВГ):

Skoltech

--

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

На каком физическом принципе основана работа модулятора Маха-Цендера?

Напишите правильный ответ:

--

Прочитайте задание и установите соответствие между этапом формализации и его содержанием:

Этап формализации	Содержание
А) Физическая модель	1) Уравнения
Б) Математическое описание	2) Переменные и константы
В) Параметры	3) Выбор физических допущений

Напишите правильное соответствие в формате: заглавная буква и цифра без пробела, запятая, пробел (например, А1, Б2, В3):

--

Прочитайте задание и установите соответствие между типом задачи и способом формализации:

Тип задачи	Формализация
А) Распространение света	1) Волновое уравнение

Skoltech

Б) Передача данных	2) Граничные условия
В) Резонатор лазера	3) Коэффициент битовых ошибок (BER)

Напишите правильное соответствие в формате: заглавная буква и цифра без пробела, запятая, пробел (например, А1, Б2, В3):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какой фактор необходимо минимизировать при измерении слабых оптических сигналов?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какой этап исследования позволяет выявить недостаточно изученные аспекты научной проблемы?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Назовите ДВЕ научные базы данных, используемых для поиска научных публикаций.

Напишите две любые научные базы через запятую:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Как называется процедура проверки работоспособности новой методики на известных тестовых объектах?

- А) Валидация
- Б) Точность
- В) Поверка

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Какой критерий научной достоверности означает, что экспериментальный результат может быть повторно получен независимым исследователем при повторении измерений в аналогичных условиях?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Как называется критерий, показывающий степень соответствия экспериментальных результатов теоретической модели?

- А) Согласованность
- Б) Значимость
- В) Валидация

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

11.3.2. Методические рекомендации

Критерии оценивания следующие:

Skoltech

Студент выставил командный постер на конференции, на которой очно присутствует, а также отвечает на вопросы научного руководителя, представителей индустрии по представленной работе.

Если вышеуказанные требования не выполнены полностью или частично, студент получает “не зачтено” по данному элементу, что ведет к “не зачтено” за индустриальную практику.

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего
образования «Сколковский институт науки и технологий»**

Утверждено

**Директор образовательной
программы**

Дорожкин П.С.

Идентификатор документа, задачи / ID: 479406 v.1, 450401



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /
The document is signed with a simple electronic signature

Директор образовательной программы / The Director of the program
Дорожкин Павел Сергеевич / Dorozhkin Pavel Sergeevich

Дата подписания / Date of signing 22.09.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

“Научно-исследовательская работа. Учебная практика”

Направление подготовки 12.04.03 Фотоника и Оптикоинформатика

Квалификация “магистр”

Москва 2026

1. Аннотация

Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: относится к Модулю 4. "Научно-исследовательская работа и Выпускная квалификационная работа", обязательная часть. Четверть 3 и 4, первый год обучения.

Язык дисциплины (модуля): английский.

Ведущий преподаватель: Шипулин Аркадий Владимирович, Горин Дмитрий Александрович

"Научно-исследовательская работа. Учебная практика" - один из обязательных учебных элементов в процессе подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР) студентами магистратуры. Это один или несколько научных проектов, выполняемых студентом под руководством научно-педагогического работника (НПР), в течение 3 и 4 учебных четвертей первого учебного года, которые являются подготовительным этапом к написанию выпускной квалификационной работы (ВКР).

Этому элементу предшествует предварительное закрепление научного руководителя и выбор предварительной темы исследования в области профессиональной деятельности студента.

Целью элемента "Научно-исследовательская работа. Учебная практика" является:

- определение темы будущего проекта магистерской диссертации;
- определение проблематики предполагаемого исследования;
- знакомство с требованиями научного руководителя;
- определение роли студента в предполагаемом исследовании.

2. Материально-техническое обеспечение

Семинарская часть занятий проходит в учебной аудитории.

Аудитория на 20 человек для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

Skoltech

- специализированная мебель: парты, стол преподавателя, 2 персональных компьютера;
- технические средства обучения: моторизованный проекционный экран, проектор на потолочном кронштейне, микрофоны беспроводной радиосистемы, камера, сетевая камера, потолочные громкоговорители, интерактивные ЖК-панели.

Практическая часть проходит в:

1) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 4)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Двухрежимный микропланшетный ридер Infinite M Nano+
- Система проточной цитометрии CytoFLEX B5-R3-V5
- Система визуализации Operetta High Content Imaging
- Система визуализации IVIS Spectrum CT In Vivo
- Оптоакустическая мезоскопия растрового сканирования RSOM Explorer P50

2) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 50)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Установка для безмасковой литографии Heidelberg uPG101
- Спинкоатер (установка нанесения фоторезиста) и плита для термообработки
- Химическая шкаф для работы с кислотами и химикатами
- Ультразвуковая мойка UB-30
- Система магнетронного распыления AJA
- Профилометр KLA-Tencor 500
- Стереоскопический микроскоп МСП-ТМ
- Сканирующий электронный микроскоп Jeol JCM-7000
- Реактивное ионное травление

3) *Лаборатории Наноматериалов (БТИ 23), (БТИ 24)* с демонстрацией / использованием оборудования:

1. Диодный лазер накачки на 980 нм и драйвер к нему

Skoltech

2. Волоконные компоненты – сплиттеры, WDM, изоляторы, активное эрбиевое волокно и др
3. Фотоприемник
4. Осциллограф с полосой 1 ГГц
5. Оптический анализатор спектра
6. Автокоррелятор
7. Лазеры HeNe lasers (Thorlabs model HNL 100LB, USA)
8. Импульсный диодный лазер (PicoQuant model PDL-800-D, GmbH)
9. Вращающаяся платформа и контроллер (Thorlabs model PRM1/MZ8, USA)
10. Пьезоэлектрическая трансляционная платформа (Piezomechanik Dr L Pickelmann GmbH- model SRV150/1)
11. Цифровые осциллографы (Keysight infiniiVision model DSOX3054T, USA, UNI-T China, model UTD2102C)
12. Фотодиод большой площади Thorlabs (Thorlabs USA, model DET36A2)
13. Камера CCD (Thorlabs USA, model WFS31-7AR)
14. Оптический измеритель мощности (Thorlabs USA model PM100A))
15. Лавинный фотодиод (IDQ Switzerland, model id100)
16. TCSPC аппаратное обеспечение (Becker & Hickl, GmbH model SPC160)
17. TCSPC программное обеспечение
18. Спектрометр с оптоволоконной связью (Ocean Optics, USA, model SR2)

Для самостоятельной работы студенты могут использовать рабочее пространство библиотеки.

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

- 1) предварительное назначение научного руководителя;
- 2) выбор предварительной темы исследования в области профессиональной деятельности студента.

4. Трудоемкость

6 з.е. (1 з.е. это 27 астрономических часов)

5. Содержание курса

Л – лекции в часах

П – практики в часах

Skoltech

С – семинары в часах

Тема	Содержание	Л	П	С
Планирование проекта	1) Найти научного руководителя 2) Согласовать план проекта с научным руководителем		15	
Реализация проекта	Осуществление проекта в соответствии с планом проекта		15	15
Отчет	Письменный отчет, представленный в LMS (Canvas)		15	
Всего контактных часов:		60 часов		
Самостоятельная работа:		102 часа		
Промежуточная аттестация:		-		
Общее кол-во часов:		162 часа		

6. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины **“Научно-исследовательская работа. Учебная практика”** при подготовке магистров по направлению подготовки **12.04.03 Фотоника и Оптикоинформатика** направлено на приобретение следующих компетенций:

Код и наименование компетенции
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки приборов и систем, технологий производства оптических сред, материалов и устройств фотоники и оптикоинформатики

7. Вид итоговой оценки

Экзамен

8. Структура оценки

Вид деятельности	Относительный вклад в итоговую оценку за курс, %
Отчет о проделанной работе	100

9. Система оценивания

Оценка за данный учебный элемент складывается из оценки за отчет о проделанной работе.

А, отлично 86% и выше	Оцениваемая работа выполнена с отменным качеством и свидетельствует об отличных знаниях, глубоком понимании предмета, глубоких всесторонних познаниях и умелом применении концепций и/или учебных материалов. Все результаты обучения соответствуют высокому уровню
В, хорошо 76% - 85%	Работа выполнена в соответствии с высокими стандартами и свидетельствует о наличии всесторонних познаний и хорошем понимании предмета, умении использовать соответствующие концепции, а также об умении решать проблемы, возникающие в ходе изучения предмета работы. Большая часть результатов обучения соответствует высокому уровню
С, удовлетворительно 66% - 75%	Оцениваемая работа в целом выполнена на удовлетворительном уровне и свидетельствует об адекватных знаниях и достаточном понимании предмета, однако со значительными недостатками. Большая часть результатов обучения соответствует удовлетворительному уровню
Д, посредственно 56% - 65%	Оцениваемая работа выполнена на слабом уровне и свидетельствует о крайне ограниченном понимании предмета, недостаточных знаниях и имеет существенные недостатки.

	Удовлетворительному уровню соответствует лишь малая часть результатов обучения.
Е, крайне посредственно 40% - 55%	Минимально допустимый уровень успеваемости. Оцениваемая работа выполнена на очень слабом уровне, имеет серьезные недостатки и свидетельствует о весьма низком уровне знаний, понимания и/или умений и знакомства с предметом. Удовлетворительному уровню соответствует лишь очень малая часть результатов обучения (или таких результатов нет вообще)
Ф, неудовлетворительно 0% - 39%	Оцениваемая работа неприемлема и свидетельствует о практическом отсутствии знаний и понимания предмета работы. Удовлетворительному уровню не соответствуют никакие результаты обучения

10. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

1. Изучение литературы;
2. Подготовка отчета.

Трудоемкость самостоятельной работы - 102 часа.

Для самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать следующие источники, размещенные в LMS Canvas:

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28936> – Положение Об Академической Честности Студентов

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28935> - Кодекс этики

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity/AI%20guidelines?> - Принципы использования ИИ в образовании

Skoltech

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28948> – Проект диссертации – общие ресурсы

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28949> - Проект презентации на защиту

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28947> – Методические рекомендации по оформлению диссертации

Дополнительно методические указания по отдельным видам работ приведены в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

11. Фонд оценочных средств. Оценочные и методические материалы по дисциплине

Все задания для самостоятельной работы, включая методические рекомендации по подготовке отчета находятся в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

Ниже приведены примеры каждого задания и методические рекомендации по его выполнению.

11.1. Индивидуальный отчет о проделанной работе

Результатом "Научно-исследовательская работа. Учебная практика" является отчет о выполненной работе.

Необходимо предоставить отчет о проделанной работе в заданные Образовательным Департаментом сроки и загрузить на соответствующую страницу LMS Canvas.

11.1.1.Оценочные материалы

Отчет включает в себя:

- 1) Имя студента;
- 2) Имя научного руководителя и его/ее должность;
- 3) Название проекта на русском и английском языках;

Skoltech

- 4) Описание проекта;
- 5) Соответствие личных, профессиональных целей студента содержанию проекта;
- 6) Достигнутые результаты;
- 7) Проблемы, возникшие в ходе работы над проектом, и пути их преодоления.
- 8) Общие выводы;
- 9) Описание формата отчета, который студент предоставляет руководителю.

Перечень возможных вопросов от научного руководителя по проделанной работе:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Перечислите минимум ДВА основных фактора, влияющих на выбор геометрии планарных волноводов.

Напишите два любых фактора через запятую:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В задачах интегральной фотоники переход от объемных волноводов к технологии «кремний на изоляторе» (SOI) позволяет достичь:

- А) Только уменьшения размеров устройства.
- Б) Сильной локализации поля, высокой плотности интеграции и нелинейности, но требует решения проблемы двухфотонного поглощения на длине волны 1.55 мкм.
- В) Увеличения стоимости производства без улучшения характеристик.
- Г) Исключения необходимости литографии.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Г):

Прочитайте задание и заполните пропуск.

Укажите какой обязательный этап работы пропущен в приведенном ниже перечне для исследования нового оптического волновода с использованием метода компьютерного моделирования:

Skoltech

- 1) Выбрать программное обеспечение,
- 2) Построить модель структуры,
- 3) _____,
- 4) Провести расчёт распространения моды,
- 5) Проанализировать результаты,
- 6) Сравнить с экспериментом.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Назовите ДВА основных преимущества оптоволоконных линий связи перед традиционными металлическими проводниками.

Напишите два любых преимущества через запятую:

Прочитайте задание и укажите правильную последовательность этапов.

Какова правильная последовательность действий при исследовании влияния внешних факторов (температура, вибрация) на работу нового оптического датчика. Укажите последовательно этапы эксперимента.

- А) Провести испытание датчика, изменяя внешние условия по очереди
- Б) анализировать стабильность и чувствительность датчика к внешним воздействиям
- В) фиксировать отклик прибора на каждое внешнее воздействие

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВ):

Прочитайте задание и заполните пропуск.

Как бы вы организовали эксперимент по сравнению двух новых методов модуляции оптического сигнала? Укажите какой обязательный этап работы пропущен в приведенном ниже перечне:

- 1) Подготовить образцы,
- 2) Реализовать оба метода,
- 3) _____,

Skoltech

- 4) Сравнить результаты по выбранным критериям,
- 5) Сделать вывод о преимуществах.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и укажите правильную последовательность этапов.

Укажите правильную последовательность этапов внедрения автоматизированной системы сбора данных в лабораторном эксперименте по фотонике:

- А) Выбрать оборудование с цифровым интерфейсом,
- Б) провести тестовые измерения,
- В) написать скрипт для управления и записи данных,
- Г) проанализировать полученные результаты и источники возможных ошибок.

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВГ):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Перечислите три этапа в правильном порядке производственного процесса изготовления волноводов методом ионного обмена:

- А) Обработка стекла химическим реагентом
- Б) Формирование волноводной структуры
- В) Создание концентрационного градиента

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВ):

11.1.2. Методические рекомендации

Критерии оценивания отчета следующие:

1. Общая цель и задачи проекта ясны и четко определены.
2. Выявлены проблемы, возникшие в ходе работы (организационные, связанные с исследованиями и т.д.), и предложены соответствующие решения.

Skoltech

3. Все результаты описаны и обсуждены корректно.

4. Выводы отражают цель и задачи проекта.

5. Материалы научного отчета, предоставленные научному руководителю, представлены в формате LMS (Canvas) в полном объеме.

6. Студент четко и полно отвечает на вопросы научного руководителя по проделанной работе.

Вес каждого критерия 20% от оценки (кроме п. 5). Если критерий выполнен, то студент получает максимальный балл (20), если критерий не выполнен, то студент получает минимальный балл (0).

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего
образования «Сколковский институт науки и технологий»**

Утверждено

**Директор образовательной
программы**

Дорожкин П.С.

Идентификатор документа, задачи / ID: 479406 v.1, 450401

 ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /
The document is signed with a simple electronic signature

Директор образовательной программы / The Director of the program
Дорожкин Павел Сергеевич / Dorozhkin Pavel Sergeevich

Дата подписания / Date of signing 22.09.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

“Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика”

Направление подготовки 12.04.03 Фотоника и Оптикоинформатика

Квалификация “магистр”

Москва 2026

Название курса

Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика

1. Аннотация

Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: относится к Модулю 4. "Научно-исследовательская работа и Выпускная квалификационная работа", обязательная часть. Четверть 5, 6 и 7, второй год обучения.

Язык дисциплины (модуля): английский.

Ведущий преподаватель: Шипулин Аркадий Владимирович, Горин Дмитрий Александрович

«Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика» – один из обязательных учебных элементов в процессе подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР) студентами второго года магистратуры. «Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика.» выполняется студентами в течение второго года обучения.

Целью элемента «Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика.» является подготовка научного проекта студента, необходимого для выполнения требований образовательной программы и написания магистерской диссертации. Результаты освоения преддипломной практики демонстрируются студентом последовательно на регулярной основе по мере выполнения отдельных частей исследовательской работы. Результатами помимо регулярных отчетов, предоставляемых студентом научному руководителю, являются: утверждение темы диссертации на русском и английском языках, первый проект текста ВКР (Status Report), проект текста ВКР (MSc Thesis Draft) и финальный текст ВКР (MSc Thesis Manuscript).

2. Материально-техническое обеспечение

Семинарская часть занятий проходит в учебной аудитории.

Аудитория на 20 человек для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

Skoltech

- специализированная мебель: парты, стол преподавателя, 2 персональных компьютера;
- технические средства обучения: моторизированный проекционный экран, проектор на потолочном кронштейне, микрофоны беспроводной радиосистемы, камера, сетевая камера, потолочные громкоговорители, интерактивные ЖК-панели.

Практическая часть проходит в:

1) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 4)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Двухрежимный микропланшетный ридер Infinite M Nano+
- Система проточной цитометрии CytoFLEX B5-R3-V5
- Система визуализации Operetta High Content Imaging
- Система визуализации IVIS Spectrum CT In Vivo
- Оптоакустическая мезоскопия растрового сканирования RSOM Explorer P50

2) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 50)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Установка для безмасковой литографии Heidelberg uPG101
- Спинкоатер (установка нанесения фоторезиста) и плита для термообработки
- Химическая шкаф для работы с кислотами и химикатами
- Ультразвуковая мойка УВ-30
- Система магнетронного распыления AJA
- Профилометр KLA-Tencor 500
- Стереоскопический микроскоп МСП-ТМ
- Сканирующий электронный микроскоп Jeol JCM-7000
- Реактивное ионное травление

3) *Лаборатории Наноматериалов (БТИ 23), (БТИ 24)* с демонстрацией / использованием оборудования:

Skoltech

- Диодный лазер накачки на 980 нм и драйвер к нему
- Волоконные компоненты – сплиттеры, WDM, изоляторы, активное эрбиевое волокно и др
- Фотоприемник
- Осциллограф с полосой 1 ГГц
- Оптический анализатор спектра
- Автокоррелятор
- Лазеры HeNe lasers (Thorlabs model HNL 100LB, USA)
- Импульсный диодный лазер (PicoQuant model PDL-800-D, GmbH)
- Вращающаяся платформа и контроллер (Thorlabs model PRM1/MZ8, USA)
- Пьезоэлектрическая трансляционная платформа (Piezomechanik Dr L Pickelmann GmbH- model SRV150/1)
- Цифровые осциллографы (Keysight infiniiVision model DSOX3054T, USA, UNI-T China, model UTD2102C)
- Фотодиод большой площади Thorlabs (Thorlabs USA, model DET36A2)
- Камера CCD (Thorlabs USA, model WFS31-7AR)
- Оптический измеритель мощности (Thorlabs USA model PM100A))
- Лавинный фотодиод (IDQ Switzerland, model id100)
- TCSPC аппаратное обеспечение (Becker & Hickl, GmbH model SPC160)
- TCSPC программное обеспечение
- Спектрометр с оптоволоконной связью (Ocean Optics, USA, model SR2)

Для самостоятельной работы студенты могут использовать рабочее пространство библиотеки.

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Студент должен успешно освоить следующие дисциплины: Мастерская инноваций, Научно-исследовательская работа. Учебная практика, Производственная практика.

4. Трудоёмкость

12 з.е. (1 з.е. это 27 астрономических часов)

5. Содержание курса

Л – лекции в часах

П – практики в часах

С – семинары в часах

Тема	Содержание	Л	П	С
Регулярные встречи с научным руководителем	Отчет о выполненной работе направляется научному руководителю на постоянной и регулярной основе, чтобы отслеживать и оценивать статус диссертации		8	20
Отчет о проделанной работе	Отчет о проделанной работе должен быть подготовлен студентами под руководством научного руководителя на основе шаблона дипломной работы и включать следующие аспекты: 1) Введение, включающее цель исследования, а также описание проблем, заявленных в исследовании, и предлагаемых решений. 2) Обзор литературы. 3) Инструменты и методы, использованные в ходе исследования		8	20
Проект магистерской диссертации	Проект магистерской диссертации должен быть подготовлен студентами под руководством научного руководителя на основе шаблона диссертации. Проект магистерской диссертации должен пройти проверку на антиплагиат.		8	20
Текст магистерской диссертации	Текст магистерской диссертации должен быть подготовлен студентами под контролем научного руководителя на основе шаблона диссертации. Проект магистерской диссертации должен пройти проверку на антиплагиат. Текст магистерской диссертации должен быть написан на английском языке (за исключением титульного листа) и содержать: титульный лист на русском и английском языках, аннотацию (включающую 4-6 ключевых слов), введение, обзор литературы, методы и инструменты исследования, результаты, суждения, инновации, личный вклад, благодарность, сокращения, публикации., библиография, приложения.		8	20
Всего контактных часов:		112 часов		

Самостоятельная работа:	212 часов
Промежуточная аттестация:	-
Общее кол-во часов:	324 часа

6. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины **“Научно-исследовательская работа. Преддипломная практика”** при подготовке магистров по направлению подготовки **12.04.03 Фотоника и Оптоинформатика** направлено на приобретение следующих компетенций:

Код и наименование компетенции
УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК-4. Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки приборов и систем, технологий производства оптических сред, материалов и устройств фотоники и оптоинформатики
ОПК-2.Способен организовывать проведение научного исследования и разработку новых оптических систем и технологий, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и фотонных исследований
ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ПК-2. Способен ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание;

ПК-3. Способен применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способен самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.

7. Вид итоговой оценки

Зачет

8. Структура оценки

Вид деятельности	Относительный вклад в итоговую оценку за курс, %
Отчет о проделанной работе	25
Проект текста ВКР	75

9. Система оценивания

Для получения оценки “зачтено” студенты должны набрать минимум 40% из 100%.

зачтено 86% и выше	Оцениваемая работа выполнена с отменным качеством и свидетельствует об отличных знаниях, глубоком понимании предмета, глубоких всесторонних познаниях и умелом применении концепций и/или учебных материалов. Все результаты обучения соответствуют высокому уровню
зачтено 76% - 85%	Работа выполнена в соответствии с высокими стандартами и свидетельствует о наличии всесторонних познаний и хорошем понимании предмета, умении использовать соответствующие концепции, а также об умении решать проблемы, возникающие в ходе изучения предмета работы. Большая часть результатов обучения соответствует высокому уровню
зачтено 66% - 75%	Оцениваемая работа в целом выполнена на удовлетворительном уровне и свидетельствует об адекватных знаниях и достаточном понимании предмета, однако со значительными недостатками. Большая часть результатов обучения соответствует удовлетворительному уровню

зачтено 56% - 65%	Оцениваемая работа выполнена на слабом уровне и свидетельствует о крайне ограниченном понимании предмета, недостаточных знаниях и имеет существенные недостатки. Удовлетворительному уровню соответствует лишь малая часть результатов обучения.
зачтено 40% - 55%	Минимально допустимый уровень успеваемости. Оцениваемая работа выполнена на очень слабом уровне, имеет серьезные недостатки и свидетельствует о весьма низком уровне знаний, понимания и/или умений и знакомства с предметом. Удовлетворительному уровню соответствует лишь очень малая часть результатов обучения (или таких результатов нет вообще)
незачтено 0% - 39%	Оцениваемая работа неприемлема и свидетельствует о практическом отсутствии знаний и понимания предмета работы. Удовлетворительному уровню не соответствуют никакие результаты обучения

10. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

1. Изучение литературы;
2. Подготовка отчета;
3. Подготовка проекта магистерской диссертации.

Трудоемкость самостоятельной работы - 212 часов.

Для самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать следующие источники, размещенные в LMS Canvas:

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28936> – Положение Об Академической Честности Студентов

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28935> - Кодекс этики

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity/AI%20guidelines?> - Принципы использования ИИ в образовании

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28948> – Проект диссертации – общие ресурсы

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28949> - Проект презентации на защиту

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28947> – Методические рекомендации по оформлению диссертации

Дополнительно методические указания по отдельным видам работ приведены в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

11. Фонд оценочных средств. Оценочные и методические материалы по дисциплине

Все задания для самостоятельной работы, включая методические рекомендации по подготовке отчета о проделанной работе находятся в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

Ниже приведены примеры каждого задания и методические рекомендации по его выполнению.

11.1. Подготовка текста магистерской диссертации

Проект магистерской диссертации должен быть подготовлен студентами под руководством научного руководителя.

11.1.1. Оценочные материалы

Проект магистерской диссертации должен быть написан на английском языке (за исключением титульного листа) и содержать: титульный лист на русском и английском языках, аннотацию (включающую 4-6 ключевых слов), введение, обзор литературы, методы и инструменты исследования, результаты, суждения, инновации, личный вклад, благодарность, сокращения, публикации., библиография, приложения.

11.1.2. Методические рекомендации к тексту ВКР

Skoltech

Критерии оценивания для текста ВКР следующие:

Группа/ Group	Индикатор/ Indicator	Требования/ Requirements for excellent level of performance
Содержание/ Content	Актуальность исследования/ Motivation of the Project	Тема исследования сформулирована точно, конкретно и лаконично. Постановка задачи исследования, область исследования в целом, предыстория, контекст и пробелы в существующих сегодня знаниях описаны корректно. Проблема актуальна для современной науки. The topic is presented accurately, concretely and concisely. The question or problem formulation is clearly articulated. General research area, background, context and gaps in the current knowledge are thoroughly described. The problem is relevant to contemporary science demands.
	Цель и задачи/ Aim and Objectives	Цель и задачи сформулированы ясно и лаконично. Цель отражает общий смысл исследования. Задачи определены таким образом, что их решение приведет к достижению поставленной цели. Ожидаемый результат исследования точно описан. The aim and objectives are clearly and concisely stated. The aim clearly articulates the overall purpose of the study. Objectives define specific and concrete tasks that need to be taken in order to reach the aim. The potential impact of the project is clearly expressed.
	Теория/Theory	Теории, подходы и концепции, использованные в проекте, подкрепляют проведенные исследования.

Skoltech

		The project is explicitly situated and supported in relevant research via clear reference to theories, approaches, and concepts.
	Методы/Methods	Все методы, использованные в проекте, описаны достаточно кратко и в то же время полно настолько, чтобы была возможность при необходимости проверить воспроизводимость результатов. Методы выбраны и применены в соответствии с целью и задачами проекта. Рассмотрены и описаны ограничения и точность применяемых методов. All methods used in the project are fully and concisely described. Methods are selected and applied appropriate to the aim and goals of the project. Limitations and accuracy of methods applied are considered and described.
	Результаты/ Results	Первичные и обработанные результаты исследования представлены в виде графиков, таблиц, рисунков и диаграмм. Графики и диаграммы сопровождаются описанием. Полученные результаты соответствуют цели и задачам проекта. Все результаты критически оценены. Primary and processed results of research are clearly expressed in the form of graphs, tables, pictures, and charts. Introduced graphs and charts are accompanied with explanations of their meaning. Collected results correspond to the project aim and goals. All results are critically evaluated.

	Обсуждение результатов/ Discussion	Проведен критический сравнительный анализ полученных результатов. Результаты обсуждены в критическом ключе в связи с постановкой вопроса или проблемы. Логические связи или рекомендации основаны на анализе и вносят вклад в общее описание подходов и концепций. Личный вклад автора в получение результатов ясно сформулирован. Ограничения исследований описаны полно. Critical comparative analysis presents what has been deduced from the findings. The results are critically discussed in relation to the question or problem formulation. Connections or recommendations are made via reflections that also contribute to the general perspective of approaches and concepts. Personal author's contribution in obtaining results is clearly articulated. Research limitations are clearly articulated.
	Научная новизна/ Scientific Novelty	В проекте ясно показано, чем полученные результаты отличаются от аналогичных исследований. The project clearly states how the obtained results stand out compared to similar studies.
	Практическая значимость и инновационность / Practical Application & Innovation	Проект предполагает практическое применение полученных результатов. Инновация включает новизну предлагаемого продукта/услуги/технологии или процесса, значение и значимость получаемого в результате бизнеса и/или воздействия на общество, конкурентного преимущества либо потенциала коммерциализации. The project suggests practical application of the results obtained. The innovation includes novelty of the proposed product/service/technology or process, meaningfulness and significance of the resulting business and/or social impact,

Skoltech

		competitive advantage, commercialization potential.
	Выводы/ Conclusions	Выводы обобщают основные результаты работы и соответствуют цели и задачам. Выводы не противоречат результатам и не преувеличивают их. Выводы показывают, как полученные результаты помогают достичь поставленной цели и решить задачи исследования. Раздел дает полный ответ на каждую поставленную задачу и предлагает всестороннее обоснование. Выводы поясняют значимость полученных результатов и их ограничения, объясняют вклад исследования в научную область, предлагает направления дальнейших исследований. Conclusions summarize the main results of the work and are consistent with the aim and objectives. Conclusions do not contradict and do not overstate the results. The Conclusions show how research results have addressed aims and objectives. The Section gives full answer for each research question and provide solid justification, explains the significance and limitations of results, explains the contribution the study makes, lays out questions for further research.
Текст/Text	Организация текста и структура документа/ Organization and Structure	Логичное и связное изложение идей; все обязательные разделы присутствуют в тексте, сбалансированы и вносят свой вклад в поддержку и усиление цели исследования. Logical and coherent presentation of ideas; all parts are present, balanced and contribute to strengthen the aim of research.

	Грамматика, орфография, пунктуация/ Grammar, spelling, punctuation	Использованы уместные и разнообразные грамматические конструкции и времена. Орфография и пунктуация используются правильно. Appropriate and diverse grammatical structures and tenses. Spelling and punctuation are used correctly.
	Лексика и терминология/ Vocabulary and Terminology	Последовательное использование подходящей разнообразной академической лексики; корректное использование терминологии. Consistent use of appropriate and diverse academic vocabulary; balanced use of terminology.
	Стиль / Style	Последовательное использование стилистических приемов, соответствующих научному стилю документа. Consistent use of stylistic devices appropriate for the particular style of writing.
	Цитирование и ссылки/ Citing and Referencing	Ссылки в документе использованы последовательно, их формат соответствует методическим рекомендациям. The use of references is consistent and their formatting matches the Guidelines.
	Форматирование/ Formatting	Формат текста соответствует правилам и требованиям методических рекомендаций. The text is formatted according to the rules and norms of the Guidelines.

11.2. Индивидуальный отчет о проделанной работе

Skoltech

Результатом "Научно-исследовательская работа. Учебная практика" является отчет о выполненной работе.

Необходимо предоставить отчет о проделанной работе в заданные сроки и загрузить на соответствующую страницу LMS Canvas.

11.2.1.Оценочные материалы

Отчет включает в себя:

- 1) Имя студента;
- 2) Имя научного руководителя и его/ее должность;
- 3) Название проекта на русском и английском языках;
- 4) Описание проекта;
- 5) Соответствие личных профессиональных целей студента содержанию проекта;
- 6) Достигнутые результаты;
- 7) Проблемы, возникшие в ходе работы над проектом, и пути их преодоления.
- 8) Общие выводы;
- 9) Описание формата отчета, который студент предоставляет руководителю.

Перечень возможных вопросов от научного руководителя по проделанной работе:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Написание магистерской диссертации - это проект. Как называется документ, который помогает понять, какие ресурсы понадобятся для выполнения задач, в каком объеме, когда и как долго они будут нужны?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Skoltech

Написание магистерской диссертации - это проект. Перечислите 2 любые группы ресурсов проекта.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Написание магистерской диссертации - это проект. Назовите три характеристики любого проекта согласно PMBoK.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и заполните пропуск.

AIMRaD (article structure) stands for:

A - Abstract

I - Introduction

M - Materials and methods

R - Results

D - _____

Напишите правильный ответ (на английском языке):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Please write FOUR sections of problem-solution essay structure.

Напишите правильный ответ (4 секции на английском языке через запятую):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Исследователь получил потенциально патентоспособный результат, который планируется включить в магистерскую диссертацию. Какое обстоятельство наиболее существенно при выборе между публикацией результата и его предварительной правовой защитой?

- А) Степень математической сложности полученного результата;
- Б) Наличие у результата теоретической модели;
- В) Количество экспериментальных графиков в диссертации;
- Г) Возможность утраты новизны вследствие публичного раскрытия технического решения.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

При анализе существующих фотонных устройств исследователь устанавливает, какие характеристики и конструктивные признаки уже известны, а какие могут составлять отличие предлагаемого решения. Как называется совокупность ранее известных технических решений, используемая для оценки новизны и уровня разработанного устройства?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Известная теория хорошо объясняет эксперимент в диапазоне параметров А, но новая работа обнаруживает систематическое отклонение в диапазоне В. Какой результат будет научно сильнее?

- А) Новая эмпирическая аппроксимация данных диапазона В;
- Б) Установление дополнительного физического механизма и количественное определение границы перехода между областями применимости двух описаний;
- В) Более точное измерение одной точки в диапазоне А;
- Г) Расширение литературного обзора существующей теории.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Исследователь обнаружил, что существующие модели не описывают наблюдаемое в эксперименте поведение фотонного устройства. Какое действие наиболее соответствует компетенции по приобретению новых знаний?

- А) Ограничить эксперимент диапазоном, где модель работает;
- Б) Выбрать другую модель без анализа причины расхождения;
- В) Заменить экспериментальные данные расчетными;
- Г) Найти публикации, описывающие аналогичный эффект, определить отсутствующий физический механизм и оценить возможность расширения существующей модели.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В исследовании одновременно варьируются температура, мощность, геометрический параметр и концентрация носителей. Студент изменяет каждый фактор отдельно, фиксируя остальные на номинальных значениях. Какое существенное ограничение имеет такой подход?

- А) Он не позволяет обнаружить взаимодействия между факторами;
- Б) Он обязательно требует больше измерений, чем любой другой метод;
- В) Он не позволяет определить влияние каждого фактора отдельно;
- Г) Он применим только к линейным системам.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Модель машинного обучения обучена на большом количестве результатов численного моделирования фотонного устройства, но существенно хуже работает на экспериментальных данных. Какое объяснение наиболее вероятно?

- А) Статистическое распределение расчетных данных отличается от реальных данных из-за технологического разброса, шумов и неполноты физической модели;
- Б) Число расчетных примеров слишком велико;
- В) Экспериментальные данные нельзя использовать совместно с моделированием;
- Г) Машинное обучение применимо только к изображениям.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Студент ищет работы по редкому физическому эффекту. Ключевые слова в современной литературе существенно отличаются от терминологии ранних публикаций, поэтому обычный поиск плохо находит исторически важные работы. Какой подход наиболее эффективен?

- А) Искать только публикации за последние пять лет;
- Б) Исследовать сеть цитирования найденных ключевых статей в обоих направлениях — к их источникам и к последующим цитирующим работам;
- В) Использовать только точное совпадение современного названия эффекта;
- Г) Ограничиться обзорной статьей с максимальным числом цитирований.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

При измерении оптического сигнала дисперсия шума существенно возрастает вместе со средним уровнем сигнала. Студент аппроксимирует все экспериментальные точки методом наименьших квадратов с одинаковым весом. В чем основной недостаток такого подхода?

- А) Точки с различной неопределенностью оказывают на оценку параметров модели одинаковое влияние;
- Б) Метод наименьших квадратов применим только при линейной зависимости;
- В) Рост дисперсии автоматически означает наличие нелинейного физического эффекта;
- Г) Необходимо исключить точки с максимальным значением сигнала.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

С одного фотонного устройства студент снял 200 спектров и рассматривает их как 200 независимых экспериментальных образцов при статистическом сравнении двух конструкций. Какую методологическую ошибку он допускает?

Напишите правильный ответ :

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Часть измеряемых значений концентрации или мощности оказывается ниже предела обнаружения прибора. В таблицу такие значения занесены как нули, после чего рассчитано среднее значение всей выборки. Какой подход наиболее корректен?

- А) Рассматривать такие результаты как данные, ограниченные пределом обнаружения, и использовать метод анализа, учитывающий цензурирование;
- Б) Заменить все значения половиной предела обнаружения независимо от распределения данных;
- В) Исключить все такие измерения из выборки;
- Г) Считать их истинными нулевыми значениями, поскольку прибор не зарегистрировал сигнал.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В ходе длительной экспериментальной кампании характеристики стабильного контрольного образца медленно изменяются. Значения пока остаются внутри допустимого диапазона, но формируют отчетливый однонаправленный тренд. Как должен действовать исследователь?

- А) Продолжать измерения до выхода контрольного значения за установленный допуск;
- Б) Вычитать обнаруженный тренд из всех экспериментальных данных без дополнительного анализа;
- В) Рассматривать устойчивый тренд как ранний признак изменения измерительного процесса и исследовать его причину до получения значительного смещения результатов;
- Г) Расширить допустимый диапазон контрольного образца на величину наблюдаемого дрейфа.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Ключевая экспериментальная методика выполняется только одним членом исследовательской группы. Через месяц он должен покинуть проект, а серия измерений продолжится еще полгода. Какое действие наиболее эффективно снижает исследовательский риск?

- А) Сохранить итоговые графики ранее проведенных измерений;
- Б) Формализовать методику, провести обучение второго исследователя и сравнить результаты обоих операторов до ухода первого;
- В) Передать второму исследователю лабораторный журнал после завершения работы первого;
- Г) Использовать результаты первого исследователя как эталон и не повторять процедуру другим оператором.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

11.2.2. Методические рекомендации

Критерии оценивания отчета следующие:

1. Общая цель и задачи проекта ясны и четко определены.
2. Выявлены проблемы, возникшие в ходе работы (организационные, связанные с исследованиями и т.д.), и предложены соответствующие решения.
3. Все результаты описаны и обсуждены корректно.
4. Выводы отражают цель и задачи проекта.
5. Материалы научного отчета, предоставленные научному руководителю, представлены в формате LMS (Canvas) в полном объеме.
6. Студент четко и полно отвечает на вопросы научного руководителя по проделанной работе.

Вес каждого критерия 20% от оценки. Если критерий выполнен, то студент получает максимальный балл (20), если критерий не выполнен, то студент получает минимальный балл (0).

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего
образования «Сколковский институт науки и технологий»**

Утверждено

**Директор образовательной
программы**

Дорожкин П.С.

Идентификатор документа, задачи / ID: 479406 v.1, 450401



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /
The document is signed with a simple electronic signature

Директор образовательной программы / The Director of the program
Дорожкин Павел Сергеевич / Dorozhkin Pavel Sergeevich

Дата подписания / Date of signing 22.09.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

“Дополнительное исследование по теме диссертации”

Направление подготовки 12.04.03 Фотоника и Оптоинформатика

Квалификация “магистр”

Москва 2026

Название курса

Дополнительное исследование по теме диссертации

1. Аннотация

Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: относится к Модулю 5. "Индивидуальное обучение студента", обязательная часть. Четверти 3-4, первый год обучения, четверти 5-8, второй год обучения.

Язык дисциплины (модуля): английский.

Ведущий преподаватель: Шипулин Аркадий Владимирович, Горин Дмитрий Александрович

Дополнительное исследование по теме диссертации - это один из учебных элементов Модуля 5. "Индивидуальное обучение студента" учебного плана магистратуры.

В зависимости от программы этот учебный элемент может быть обязательным или элективным. На программе "Прикладная фотоника и оптические информационные системы", по направлению 12.04.03 Фотоника и Оптоинформатика данный элемент является обязательным.

Исследовательский семинар подразумевает работу студентов над исследовательским проектом, связанную с темой ВКР. Для исследовательских проектов, не связанных с темой ВКР, студентам необходимо зарегистрироваться на иной учебный элемент - Исследовательский проект.

По завершении работы студенты представляют отчет о проделанной работе, который оценивает научный руководитель студента.

2. Материально-техническое обеспечение

Семинарская часть занятий проходит в учебной аудитории.

121205, Российская Федерация, г. Москва, территория инновационного центра «Сколково», Большой бульвар, д.30 стр.1, помещение на 2 этаже Е-R3-2009 (171 БТИ), 78,1 кв. м

Аудитория на 20 человек для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ),

Skoltech

групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- специализированная мебель: парты, стол преподавателя, 2 персональных компьютера;
- технические средства обучения: моторизованный проекционный экран, проектор на потолочном кронштейне, микрофоны беспроводной радиосистемы, камера, сетевая камера, потолочные громкоговорители, интерактивные ЖК-панели.

Практическая часть проходит в:

1) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 4)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Двухрежимный микропланшетный ридер Infinite M Nano+
- Система проточной цитометрии CytoFLEX B5-R3-V5
- Система визуализации Operetta High Content Imaging
- Система визуализации IVIS Spectrum CT In Vivo
- Оптоакустическая мезоскопия растрового сканирования RSOM Explorer P50

2) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 50)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Установка для безмасковой литографии Heidelberg uPG101
- Спинкоатер (установка нанесения фоторезиста) и плита для термообработки
- Химическая шкаф для работы с кислотами и химикатами
- Ультразвуковая мойка УВ-30
- Система магнетронного распыления AJA
- Профилометр KLA-Tencor 500
- Стереоскопический микроскоп МСП-ТМ
- Сканирующий электронный микроскоп Jeol JCM-7000
- Реактивное ионное травление

3) *Лаборатории Наноматериалов (БТИ 23), (БТИ 24)* с демонстрацией / использованием оборудования:

Skoltech

- Диодный лазер накачки на 980 нм и драйвер к нему
- Волоконные компоненты – сплиттеры, WDM, изоляторы, активное эрбиевое волокно и др
- Фотоприемник
- Осциллограф с полосой 1 ГГц
- Оптический анализатор спектра
- Автокоррелятор
- Лазеры HeNe lasers (Thorlabs model HNL 100LB, USA)
- Импульсный диодный лазер (PicoQuant model PDL-800-D, GmbH)
- Вращающаяся платформа и контроллер (Thorlabs model PRM1/MZ8, USA)
- Пьезоэлектрическая трансляционная платформа (Piezomechanik Dr L Pickelmann GmbH- model SRV150/1)
- Цифровые осциллографы (Keysight infiniiVision model DSOX3054T, USA, UNI-T China, model UTD2102C)
- Фотодиод большой площади Thorlabs (Thorlabs USA, model DET36A2)
- Камера CCD (Thorlabs USA, model WFS31-7AR)
- Оптический измеритель мощности (Thorlabs USA model PM100A))
- Лавинный фотодиод (IDQ Switzerland, model id100)
- TCSPC аппаратное обеспечение (Becker & Hickl, GmbH model SPC160)
- TCSPC программное обеспечение
- Спектрометр с оптоволоконной связью (Ocean Optics, USA, model SR2)

Для самостоятельной работы студенты могут использовать рабочее пространство библиотеки.

Перечень используемого ПО:

- MS Office
- Antiplagiat

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

-

4. Трудоёмкость

3 з.е.* (1 з.е. это 27 астрономических часов)

* Студент совместно с научным руководителем определяют количество з.е (кратное 3), но не более 15 з.е. за весь период обучения

5. Содержание курса

Л – лекции в часах

П – практики в часах

С – семинары в часах

Тема	Содержание	Л	П	С
План проекта	План проекта включает следующие разделы: 1. Название проекта 2. Описание научного контекста и постановка проблемы исследования 3. Формулирование основной цели и задач проекта 4. Краткая характеристика планируемых методов исследования 5. Календарный план 6. Планируемая инновационная составляющая 7. Список источников			8
Выполнение проекта	Выполнение проекта в соответствии с планом (этап 1)		14	8
Отчет	Написание отчета, анализ полученных результатов, включая научную и инновационную составляющую, и перспектив внедрения.			8
Всего контактных часов:		38 часов		
Самостоятельная работа:		40 часов		
Промежуточная аттестация:		3 часа		
Общее кол-во часов:		81 час		

6. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины “Дополнительное исследование по теме диссертации” при подготовке магистров по направлению подготовки **12.04.03 Фотоника и Оптоинформатика** направлено на приобретение следующих компетенций:

Код и наименование компетенции
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки приборов и систем, технологий производства оптических сред, материалов и устройств фотоники и оптоинформатики
ОПК-2.Способен организовывать проведение научного исследования и разработку новых оптических систем и технологий, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и фотонных исследований
ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ПК-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;
ПК-2. Способен ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание;
ПК-3. Способен применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способен самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.

7. Вид итоговой оценки

Оценка

8. Структура оценки

Вид деятельности	Относительный вклад в итоговую оценку за курс, %
Отчет по проекту	50
Защита проекта	50

9. Система оценивания

Оценка за данный учебный элемент складывается из баллов, полученных за выполнение отчета по проекту, а также за защиту проекта.

А, отлично 86% и выше	Оцениваемая работа выполнена с отменным качеством и свидетельствует об отличных знаниях, глубоком понимании предмета, глубоких всесторонних познаниях и умелом применении концепций и/или учебных материалов. Все результаты обучения соответствуют высокому уровню
В, хорошо 76% - 85%	Работа выполнена в соответствии с высокими стандартами и свидетельствует о наличии всесторонних познаний и хорошем понимании предмета, умении использовать соответствующие концепции, а также об умении решать проблемы, возникающие в ходе изучения предмета работы. Большая часть результатов обучения соответствует высокому уровню
С, удовлетворительно 66% - 75%	Оцениваемая работа в целом выполнена на удовлетворительном уровне и свидетельствует об адекватных знаниях и достаточном понимании предмета, однако со значительными недостатками. Большая часть результатов

	обучения соответствует удовлетворительному уровню
D, посредственно 56% - 65%	Оцениваемая работа выполнена на слабом уровне и свидетельствует о крайне ограниченном понимании предмета, недостаточных знаниях и имеет существенные недостатки. Удовлетворительному уровню соответствует лишь малая часть результатов обучения.
E, крайне посредственно 40% - 55%	Минимально допустимый уровень успеваемости. Оцениваемая работа выполнена на очень слабом уровне, имеет серьезные недостатки и свидетельствует о весьма низком уровне знаний, понимания и/или умений и знакомства с предметом. Удовлетворительному уровню соответствует лишь очень малая часть результатов обучения (или таких результатов нет вообще)
F, неудовлетворительно 0% - 39%	Оцениваемая работа неприемлема и свидетельствует о практическом отсутствии знаний и понимания предмета работы. Удовлетворительному уровню не соответствуют никакие результаты обучения

10. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

1. Изучение литературы;
2. Подготовка отчета;
3. Подготовка к защите проекта.

Трудоемкость самостоятельной работы - 40 часов.

Для самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать следующие источники, размещенные в LMS Canvas:

Skoltech

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28936> – Положение Об Академической Честности Студентов

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28935> - Кодекс этики

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity/AI%20guidelines?> - Принципы использования ИИ в образовании

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28948> – Проект диссертации – общие ресурсы

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28949> - Проект презентации на защиту

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28947> – Методические рекомендации по оформлению диссертации

Дополнительно методические указания по отдельным видам работ приведены в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

11. Фонд оценочных средств. Оценочные и методические материалы по дисциплине

Все задания для самостоятельной работы, включая методические рекомендации по подготовке отчета находятся в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

11.1. Отчет по проекту

11.1.1. Оценочные материалы

Отчет по проекту - файл в произвольной форме (это может быть любой результат вашего проекта: презентация, статья и т.д.) Обсудите с вашим руководителем форму отчета.

Однако любой отчет должен включать следующее:

План исследовательского проекта включает следующие разделы:

- Название работы;

Skoltech

- Описание научного контекста и постановка проблемы исследования;
- Формулирование основной цели и задач проекта;
- Краткая характеристика планируемых методов исследования;
- Рабочий план;
- Планируемая инновационная составляющая;
- Список источников.

11.1.2. Методические рекомендации

Для того, чтобы получить максимальный балл за отчет (50 баллов), он должен удовлетворять следующим требованиям:

Критерии оценивания

1. Студент формулирует рабочее название проекта как краткое, но демонстрирующее его суть и описывает цель проекта и предварительные конкретные задачи, на выполнение которых направлена работа.
2. Студент критически обобщил имеющиеся данные и описывал задачу исследования в качестве предмета исследования с точки зрения его важности и потенциала для практического применения, указав на связь между исследованиями и инновациями.
3. Студент сформулировал гипотезы, которые были подвергнуты проверке, или технологии, которые были проверены для решения задачи проекта.
4. Студент произвел предварительный обзор литературы/информации, который предоставляет научный контекст.
5. Студент описал использованные методы полно и корректно, что позволяет повторить все произведенные исследования и убедиться в достоверности полученных результатов.
6. Студент описал результаты проекта полностью и корректно.
7. Студент описал потенциальное воздействие работы на инновационную, исследовательскую и образовательную деятельность.
8. Текст отчета написан грамотно, с указанием цитируемых источников.
9. Защита проекта прошла в соответствии с требованиями регламента. Студент аргументированно ответил на заданные вопросы и продемонстрировал достаточный уровень профессионализма.

11.2. Защита проекта

Защита проекта подразумевает выступление студента с презентацией по теме своего проекта. Защита также включает в себя сессию вопрос-ответ.

11.2.1. Оценочные материалы

Skoltech

Презентация для защиты должна состоять из следующих элементов:

- 1) Полное имя студента и образовательная программа;
- 2) Название;
- 3) Описание общей проблемы / Введение / Справочная информация;
- 3) Цель и задачи;
- 4) Методы;
- 5) Выводы.

Примеры вопросов во время защиты студента:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В ходе проекта обнаружен неизвестный ранее физический эффект, а также разработана конкретная конструкция устройства, использующая этот эффект. Что является наиболее корректным объектом потенциальной патентной защиты?

- А) Сам физический закон независимо от технической реализации;
- Б) Наблюдаемый природный эффект как таковой;
- В) Конкретное техническое устройство или способ, использующий обнаруженный эффект;
- Г) Все экспериментальные данные независимо от способа их получения.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Результат проекта предполагается представить на конференции и одновременно рассматривается возможность патентования устройства. Какой порядок действий наиболее безопасен с точки зрения сохранения возможности правовой охраны?

- А) Сначала полностью раскрыть устройство в докладе, затем провести патентный поиск;
- Б) До публичного раскрытия оценить патентоспособность и при необходимости оформить соответствующую заявку;

Skoltech

- В) Опубликовать только принципиальную схему, поскольку схема не считается раскрытием;
- Г) Отложить патентный анализ до появления коммерческого интереса.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Разработан сложный технологический режим изготовления оптического материала. Его практически невозможно восстановить по готовому изделию, а его эффективность определяется большим набором параметров процесса. Какая стратегия защиты может оказаться рациональнее патентования при возможности надежно сохранять конфиденциальность?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Студент разработал новый метод измерения параметров оптического устройства. При защите ему необходимо доказать преимущество метода перед существующими. Какое сравнение наиболее убедительно?

- А) Сравнить только время проведения измерения;
- Б) Сравнить точность, воспроизводимость, диапазон измерений, чувствительность к систематическим ошибкам и практическую сложность обеих методик;
- В) Показать один экспериментальный результат нового метода;
- Г) Сослаться на более современное оборудование, использованное в новом методе.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и укажите правильную последовательность этапов.

Исследовательская группа завершает разработку нового оптического устройства. Установите последовательность действий перед представлением результатов на научной конференции:

- А) Подготовить визуализацию результатов и выделить ключевые выводы;
- Б) Проверить воспроизводимость ключевых результатов;
- В) Сопоставить характеристики с релевантными опубликованными решениями;
- Г) Определить, какие результаты могут содержать потенциально охраноспособные технические решения;
- Д) Подготовить аргументацию научной новизны и ограничений работы.

Запишите соответствующую последовательность заглавных букв без пробелов и запятых в формате (АБВГД):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Эксперимент длится 12 часов, а измерительный прибор постепенно дрейфует. При этом первая половина образцов относится к контрольной группе, а вторая — к модифицированной. Как рациональнее изменить эксперимент для большей достоверности?

- А) Измерять сначала все контрольные образцы, но чаще калибровать прибор;
- Б) Провести все измерения при максимальной мощности сигнала;
- В) Увеличить число модифицированных образцов;

Skoltech

Г) Чередовать или рандомизировать порядок контрольных и модифицированных образцов и периодически измерять стабильный эталон.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Полноволновое моделирование одного варианта фотонной структуры занимает 8 часов. Для оптимизации необходимо исследовать десятки тысяч геометрий. Какой вычислительный подход наиболее рационален?

- А) Провести полный расчет всех геометрий;
- Б) На ограниченном числе полноволновых расчетов построить быструю приближенную модель, а затем использовать ее в оптимизации;
- В) Заменить электромагнитную модель случайным перебором геометрий;
- Г) Уменьшить число параметров до одного независимо от физической задачи.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В проекте можно выполнить только 30 дорогостоящих экспериментов, тогда как пространство параметров содержит тысячи возможных комбинаций. После каждого эксперимента алгоритм должен выбирать следующий наиболее информативный набор параметров. Какой подход наиболее подходит?

Напишите правильный ответ:

Skoltech

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Как называется метод оптимизации, использующий вероятностную модель неизвестной целевой функции для выбора следующей наиболее перспективной экспериментальной точки?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Модель фотонного устройства предполагает мгновенное установление температуры во всем кристалле. Эксперимент показывает, что после ступенчатого изменения мощности разные области устройства выходят на стационарный режим за существенно различное время. Какое изменение модели наиболее физически оправдано?

- А) Перейти от сосредоточенной тепловой модели к пространственно-временной модели теплопереноса;
- Б) Увеличить число свободных коэффициентов в стационарной модели;
- В) Усреднить экспериментальные температуры по всему кристаллу;
- Г) Исключить первые моменты времени из сравнения с моделью.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Skoltech

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

При прямом и обратном изменении управляющего параметра устройство проходит различные траектории и возвращается в одно и то же состояние только после полного цикла. Какой тип модели необходим для описания такого поведения?

- А) Модель, в которой выход определяется только текущим значением управляющего параметра;
- Б) Модель с внутренней переменной состояния, сохраняющей информацию о предыстории системы;
- В) Линейная стационарная модель с большим числом коэффициентов;
- Г) Модель случайного независимого шума.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Как называется зависимость состояния системы не только от текущего управляющего параметра, но и от предшествующей истории его изменения?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

После изменения конструкции устройства одновременно выросли выходная мощность и температура. Наблюдаемое улучшение эффективности коррелирует и с изменением конструкции, и с температурой. Какой дизайн следующего эксперимента наиболее информативен?

- А) Повторить измерение только при новой конструкции;

Skoltech

- Б) Независимо варьировать конструкцию и температуру, чтобы разделить их вклады;
- В) Сравнить только максимальные значения эффективности;
- Г) Использовать температуру как дополнительный аргумент в линейной аппроксимации без новых экспериментов.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Новый алгоритм обработки повышает точность прогнозирования экспериментального результата, но использует параметр, который становится известен только после завершения эксперимента. Можно ли считать такой алгоритм пригодным для реального прогнозирования?

- А) Да, если ошибка прогноза мала;
- Б) Нет, поскольку в модель попадает информация из будущего относительно момента прогнозирования;
- В) Да, если параметр физически связан с исследуемой системой;
- Г) Да, если алгоритм применяется только к научным данным.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

После анализа данных сформулирована новая гипотеза, точно объясняющая необычную особенность уже имеющегося набора данных. Какой следующий результат наиболее убедительно превратит это объяснение в новое научное знание?

- А) Более подробное объяснение той же особенности;

- Б) Получение заранее сформулированного нового предсказания гипотезы на независимых данных или в новом режиме эксперимента;
- В) Увеличение числа параметров гипотезы;
- Г) Добавление большего количества ссылок на близкие работы.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В исследовании сравниваются образцы двух типов, а оператор вручную выбирает момент окончания измерения, видя текущий результат. Какой риск возникает?

- А) Оператор может неосознанно выбирать продолжительность измерения в зависимости от желаемого результата;
- Б) Увеличивается только погрешность времени;
- В) Возникает исключительно ошибка калибровки прибора;
- Г) Никакого риска нет, если оператор опытен.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В проекте используются десятки образцов, проходящих изготовление, обработку, облучение и несколько стадий измерений. Один образец был ошибочно перепутан, и теперь его история не восстанавливается. Какой организационный механизм предотвращает такую ситуацию?

Напишите правильный ответ:

11.2.2. Методические рекомендации

Для получения максимальной оценки за презентацию (50 баллов) студент должен продемонстрировать следующее:

- Слайды хорошо организованы;
- Вся информация на слайдах верна, без ошибок;
- Студент демонстрирует свободное владение языком в рамках контекста;
- Студент говорит уверенно и четко, поддерживает отличную вовлеченность;
- Все ответы правильные и полные (сессия вопросов и ответов).

**Автономная некоммерческая образовательная организация высшего
образования «Сколковский институт науки и технологий»**

Утверждено

**Директор образовательной
программы**

Дорожкин П.С.

Идентификатор документа, задачи / ID: 479406 v.1, 450401



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ /
The document is signed with a simple electronic signature

Директор образовательной программы / The Director of the program
Дорожкин Павел Сергеевич / Dorozhkin Pavel Sergeevich

Дата подписания / Date of signing 22.09.2026

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

“Исследовательский проект”

Направление подготовки 12.04.03 Фотоника и Оптоинформатика

Квалификация “магистр”

Москва 2026

Название курса

Исследовательский проект

1. Аннотация

Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: относится к Модулю 5. "Индивидуальное обучение студента", обязательная часть. Четверти 5-7, второй год обучения. Дисциплина также относится к модулю "Факультативы".

Язык дисциплины (модуля): английский.

Ведущий преподаватель: Шипулин Аркадий Владимирович, Горин Дмитрий Александрович

Исследовательский проект - это один из учебных элементов Модуля 5. "Индивидуальное обучение студента" учебного плана магистратуры.

В зависимости от программы этот учебный элемент может быть обязательным или элективным. На программе "Прикладная фотоника и оптические информационные системы", по направлению 12.04.03 Фотоника и Оптикоинформатика данный элемент является обязательным.

Исследовательский проект подразумевает работу студентов над исследовательским проектом, не связанным с темой ВКР. Для исследовательских проектов, связанных с темой ВКР, студентам необходимо зарегистрироваться на иной учебный элемент - Исследовательский семинар.

По завершении работы студенты представляют отчет о проделанной работе, который оценивает научный руководитель студента.

2. Материально-техническое обеспечение

Семинарская часть занятий проходит в учебной аудитории.

Аудитория на 20 человек для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:

- специализированная мебель: парты, стол преподавателя, 2 персональных компьютера;

Skoltech

- технические средства обучения: моторизированный проекционный экран, проектор на потолочном кронштейне, микрофоны беспроводной радиосистемы, камера, сетевая камера, потолочные громкоговорители, интерактивные ЖК-панели.

Практическая часть проходит в:

1) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 4)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Двухрежимный микропланшетный ридер Infinite M Nano+
- Система проточной цитометрии CytoFLEX B5-R3-V5
- Система визуализации Operetta High Content Imaging
- Система визуализации IVIS Spectrum CT In Vivo
- Оптоакустическая мезоскопия растрового сканирования RSOM Explorer P50

2) *Лаборатории Биофотоники (БТИ 50)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Установка для безмасковой литографии Heidelberg uPG101
- Спинкоатер (установка нанесения фоторезиста) и плита для термообработки
- Химическая шкаф для работы с кислотами и химикатами
- Ультразвуковая мойка UB-30
- Система магнетронного распыления AJA
- Профилометр KLA-Tencor 500
- Стереоскопический микроскоп МСП-ТМ
- Сканирующий электронный микроскоп Jeol JCM-7000
- Реактивное ионное травление

3) *Лаборатории Наноматериалов (БТИ 23), (БТИ 24)* с демонстрацией / использованием оборудования:

- Диодный лазер накачки на 980 нм и драйвер к нему
- Волоконные компоненты – сплиттеры, WDM, изоляторы, активное эрбиевое волокно и др

Skoltech

- Фотоприемник
- Осциллограф с полосой 1 ГГц
- Оптический анализатор спектра
- Автокоррелятор
- Лазеры HeNe lasers (Thorlabs model HNL 100LB, USA)
- Импульсный диодный лазер (PicoQuant model PDL-800-D, GmbH)
- Вращающаяся платформа и контроллер (Thorlabs model PRM1/MZ8, USA)
- Пьезоэлектрическая трансляционная платформа (Piezomechanik Dr L Pickelmann GmbH- model SRV150/1)
- Цифровые осциллографы (Keysight infiniiVision model DSOX3054T, USA, UNI-T China, model UTD2102C)
- Фотодиод большой площади Thorlabs (Thorlabs USA, model DET36A2)
- Камера CCD (Thorlabs USA, model WFS31-7AR)
- Оптический измеритель мощности (Thorlabs USA model PM100A))
- Лавинный фотодиод (IDQ Switzerland, model id100)
- TCSPC аппаратное обеспечение (Becker & Hickl, GmbH model SPC160)
- TCSPC программное обеспечение
- Спектрометр с оптоволоконной связью (Ocean Optics, USA, model SR2)

Для самостоятельной работы студенты могут использовать рабочее пространство библиотеки.

Перечень используемого ПО:

- MS Office
- Antiplagiat

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

-

4. Трудоемкость

3 з.е.* (1 з.е. это 27 астрономических часов)

* Студент совместно с научным руководителем определяют количество з.е (кратное 3), но не более 15 з.е. за весь период обучения

5. Содержание курса

Л – лекции в часах

П – практики в часах

С – семинары в часах

Тема	Содержание	Л	П	С
Отчет	Отчет исследовательского проекта включает следующие разделы: • Название работы. • Описание научного контекста и постановка проблемы исследования • Формулирование основной цели и задач проекта • Краткая характеристика планируемых методов исследования • Рабочий план • Планируемая инновационная составляющая • Список источников.		30	8
Всего контактных часов:		38 часов		
Самостоятельная работа:		40 часов		
Промежуточная аттестация:		3 часа		
Общее кол-во часов:		81 час		

6. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины “**Исследовательский проект**” при подготовке магистров по направлению подготовки **12.04.03 Фотоника и Оптоинформатика** направлено на приобретение следующих компетенций:

Код и наименование компетенции
ОПК-1. Способен представлять современную научную картину мира, выявлять

естественно-научную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований и разработки приборов и систем, технологий производства оптических сред, материалов и устройств фотоники и оптоинформатики
ОПК-2. Способен организовывать проведение научного исследования и разработку новых оптических систем и технологий, представлять и аргументированно защищать полученные результаты интеллектуальной деятельности, связанные с методами и средствами оптических и фотонных исследований
ОПК-3. Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач
ПК-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;
ПК-2. Способен ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание;
ПК-3. Способен применять на практике умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ, способен самостоятельно организовывать и проводить научные исследования и внедрять их результаты в качестве члена или руководителя малого коллектива.

7. Вид итоговой оценки

Оценка

8. Структура оценки

Вид деятельности	Относительный вклад в итоговую оценку за курс, %
Отчет по проекту	100

9. Система оценивания

Оценка за данный учебный элемент складывается из оценки за отчет.

А, отлично 86% и выше	Оцениваемая работа выполнена с отменным качеством и свидетельствует об отличных знаниях, глубоком понимании предмета, глубоких всесторонних познаниях и умелом применении концепций и/или учебных материалов. Все результаты обучения соответствуют высокому уровню
В, хорошо 76% - 85%	Работа выполнена в соответствии с высокими стандартами и свидетельствует о наличии всесторонних познаний и хорошем понимании предмета, умении использовать соответствующие концепции, а также об умении решать проблемы, возникающие в ходе изучения предмета работы. Большая часть результатов обучения соответствует высокому уровню
С, удовлетворительно 66% - 75%	Оцениваемая работа в целом выполнена на удовлетворительном уровне и свидетельствует об адекватных знаниях и достаточном понимании предмета, однако со значительными недостатками. Большая часть результатов обучения соответствует удовлетворительному уровню
Д, посредственно 56% - 65%	Оцениваемая работа выполнена на слабом уровне и свидетельствует о крайне ограниченном понимании предмета, недостаточных знаниях и имеет существенные недостатки. Удовлетворительному уровню соответствует лишь малая часть результатов обучения.
Е, крайне посредственно 40% - 55%	Минимально допустимый уровень успеваемости. Оцениваемая работа выполнена на очень слабом уровне, имеет серьезные недостатки и свидетельствует о весьма низком уровне знаний,

	понимания и/или умений и знакомства с предметом. Удовлетворительному уровню соответствует лишь очень малая часть результатов обучения (или таких результатов нет вообще)
F, неудовлетворительно 0% - 39%	Оцениваемая работа неприемлема и свидетельствует о практическом отсутствии знаний и понимания предмета работы. Удовлетворительному уровню не соответствуют никакие результаты обучения

10. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

1. Изучение литературы;
2. Подготовка отчета.

Трудоемкость самостоятельной работы - 40 часов.

Для самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать следующие источники, размещенные в LMS Canvas:

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28936> – Положение Об Академической Честности Студентов

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity?preview=28935> - Кодекс этики

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/4.%20Academic%20integrity/AI%20guidelines?> - Принципы использования ИИ в образовании

<https://lms.skoltech.ru/courses/2072/files/folder/2.%20MSc/MSc%20defense/MSc%20Thesis%20Manuscript%20Guidelines?preview=28949> - Проект презентации на защиту

Дополнительно методические указания по отдельным видам работ приведены в системе управления обучением “Canvas LMS”. Для доступа требуется персональный логин/пароль.

11. Фонд оценочных средств. Оценочные и методические материалы по дисциплине

Все задания для самостоятельной работы, включая методические рекомендации по подготовке отчета находятся в системе управления обучением "Canvas LMS". Для доступа требуется персональный логин/пароль.

11.1. Отчет по проекту

11.1.1. Оценочные материалы

Отчет по проекту - файл в произвольной форме (это может быть любой результат вашего проекта: презентация, статья и т.д.) Обсудите с вашим руководителем форму отчета.

Однако любой отчет должен включать следующее:

План исследовательского проекта включает следующие разделы:

- Название работы;
- Описание научного контекста и постановка проблемы исследования;
- Формулирование основной цели и задач проекта;
- Краткая характеристика планируемых методов исследования;
- Рабочий план;
- Планируемая инновационная составляющая;
- Список источников.

Перечень потенциальных вопросов при защите проекта:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В фотонном устройстве при увеличении оптической мощности наблюдается спектральный сдвиг. Предложены два объяснения: нагрев и нелинейное изменение показателя преломления. Оба механизма дают сдвиг в одну сторону. Какой эксперимент наиболее информативен для их разделения?

А) Измерить сдвиг только при максимально доступной мощности;

Б) Исследовать временную динамику отклика и зависимость сдвига от мощности при независимом контроле температуры;

В) Сравнить устройство с другим образцом при одной мощности;

Г) Увеличить спектральное разрешение измерения, не изменяя экспериментальных условий.

Skoltech

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Две группы публикуют противоположные зависимости одной характеристики материала от геометрического параметра. После анализа выясняется, что одна группа работает в квазистатическом режиме, а другая — в области выраженного резонансного отклика. Какой способ систематизации данных наиболее содержателен?

- А) Усреднить экспериментальные зависимости двух групп;
- Б) Выбрать результаты исследования с меньшей экспериментальной погрешностью;
- В) Построить карту режимов в пространстве безразмерных параметров, определяющих переход между двумя физическими механизмами;
- Г) Ограничиться описанием противоречия в литературном обзоре.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Студент сообщает, что его устройство имеет рекордную чувствительность. У ближайшего аналога чувствительность ниже на 25%, однако измерения проводились при другой ширине полосы, другом времени усреднения и другом уровне шума. Как корректнее сравнивать решения?

- А) Сравнить заявленные значения чувствительности напрямую;
- Б) Привести результаты к сопоставимым условиям и использовать метрику, учитывающую одновременно чувствительность и шум;
- В) Использовать результат нового устройства, поскольку абсолютная чувствительность выше;
- Г) Сравнивать только геометрические размеры устройств.

Skoltech

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Исследуется технологический разброс параметров фотонной интегральной схемы. Изготовлено 30 одинаковых структур на одном кристалле. Можно ли по этим данным оценить воспроизводимость технологического процесса между различными производственными циклами?

- А) Да, поскольку число образцов достаточно велико;
- Б) Да, если распределение результатов близко к нормальному;
- В) Нет: большое число структур на одном кристалле оценивает преимущественно внутрикристальный разброс, но не межпластинную или межпартийную вариабельность;
- Г) Нет, поскольку для оценки вариабельности необходимо ровно по одному образцу с каждого кристалла.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Необходимо определить отдельно вариабельность внутри одной пластины и вариабельность между технологическими пластинами. Какой дизайн эксперимента наиболее корректен?

- А) Измерить большое число соседних устройств на одной пластине;
- Б) Измерить по одному случайному устройству с большого числа пластин;

Skoltech

В) Измерить несколько устройств на нескольких независимо изготовленных пластинах и анализировать иерархическую структуру разброса;

Г) Измерить только среднее значение каждой пластины.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Эксперимент длится 12 часов, а измерительный прибор постепенно дрейфует. При этом первая половина образцов относится к контрольной группе, а вторая — к модифицированной. Какую проблему создает такой порядок измерения?

А) Увеличение случайной ошибки без систематического смещения;

Б) Смещение эффекта модификации образцов с временным дрейфом измерительной системы;

В) Исключительно уменьшение статистической мощности эксперимента;

Г) Нарушение закона сохранения энергии в измерительной модели.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Для классификации спектров исследователь получил по 100 спектров от каждого из 20 физических образцов. Все 2000 спектров случайно разделили на обучающую и тестовую выборки. Модель показывает точность 99%. В чем потенциальная проблема?

А) Обучающая выборка слишком велика относительно тестовой;

Skoltech

Б) Спектры одного и того же физического образца могли попасть одновременно в обучение и тестирование, что приводит к утечке информации и завышенной оценке качества модели;

В) Для спектральных данных нельзя использовать машинное обучение;

Г) Необходимо обязательно сократить число спектральных точек.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Для классификации спектров исследователь получил по 100 спектров от каждого из 20 физических образцов. Как следует корректно разделить 2000 спектров на обучающую и тестовую выборки, если модель должна работать на новых физических образцах?

А) Случайно распределить отдельные спектры между выборками;

Б) Разделить данные по физическим образцам так, чтобы все измерения одного образца находились только в одной выборке.;

В) Использовать первые 80% спектров для обучения, последние 20% — для тестирования;

Г) Использовать для теста спектры с наиболее высоким отношением сигнал/шум.

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

В серии экспериментов используются образцы существенно различного размера. После перехода от размерных величин к нескольким безразмерным параметрам результаты всех образцов описываются одной универсальной зависимостью. Как называется математическая процедура перехода к такому описанию?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В математической модели итоговый параметр системы зависит от десяти входных величин, каждая из которых определена экспериментально с собственной неопределенностью. Студент приводит только результат расчета для номинальных значений параметров. Какое исследование модели наиболее существенно для оценки достоверности этого результата?

- А) Последовательное увеличение числа значащих цифр входных параметров;
- Б) Распространение неопределенностей входных параметров на прогнозируемый результат с анализом вклада отдельных источников;
- В) Повторный расчет с уменьшенным шагом численного интегрирования;
- Г) Нормирование всех входных параметров на максимальное значение.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В эксперименте не обнаружено статистически значимого изменения характеристики после воздействия. Студент хочет сделать вывод: «воздействие не влияет на устройство». Какой дополнительный результат необходим для обоснования такого утверждения?

- А) Достаточно значения вероятности ошибки выше принятого порога значимости;
- Б) Необходимо показать, что доверительный интервал для возможного эффекта исключает изменения, которые считались бы физически или практически существенными;
- В) Необходимо получить математически одинаковые средние значения до и после воздействия;

Skoltech

Г) Достаточно увеличить число знаков после запятой в представлении результатов.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Новый физический эффект появляется только после применения сложной процедуры обработки экспериментальных данных. При изменении нескольких параметров алгоритма величина эффекта значительно меняется, а в необработанных данных он визуально неочевиден. Какой следующий шаг наиболее убедителен перед заявлением о новом научном результате?

- А) Выбрать параметры обработки, при которых эффект выражен наиболее сильно;
- Б) Проверить устойчивость результата к разумным вариантам обработки, применить независимый метод анализа и контрольные данные без ожидаемого эффекта;
- В) Использовать только тот алгоритм, который применялся в наиболее близкой публикации;
- Г) Увеличить графический контраст изображения, чтобы эффект был лучше заметен.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

Три исследователя измеряют одну серию образцов на одной установке. Первый систематически получает значения на 3% выше двух остальных. Какой эксперимент следует провести до объединения данных?

- А) Исключить результаты первого оператора;
- Б) Провести исследование межоператорной воспроизводимости на одном и том же наборе образцов при одинаковом протоколе;

Skoltech

- В) Усреднить результаты трех исследователей;
- Г) Использовать данные наиболее опытного оператора как эталон.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

Прочитайте задание и ответьте на вопрос.

Как называется способность измерительной процедуры давать согласующиеся результаты при смене оператора, оборудования или лаборатории при контролируемо измененных условиях?

Напишите правильный ответ:

Прочитайте задание и выберите правильный ответ.

В течение проекта оптическая схема установки неоднократно менялась: заменялись объектив, фотодетектор и алгоритм обработки. Через полгода выяснилось, что невозможно установить, с какой конфигурацией были получены отдельные графики. Какой процесс следовало организовать с начала проекта?

- А) Еженедельное архивирование только итоговых презентаций;
- Б) Управление конфигурацией установки с фиксацией версий оборудования, схемы, программного обеспечения и параметров для каждого набора данных;
- В) Использование одной папки для всех результатов;
- Г) Сохранение только последней версии экспериментальной схемы.

Напишите правильный ответ в формате заглавной буквы (например, Б):

11.1.2. Методические рекомендации

Для того, чтобы получить максимальный балл за отчет (100 баллов), он должен удовлетворять следующим требованиям:

Критерии оценки

1. Студент формулирует рабочее название исследовательского проекта как краткое, но демонстрирующее суть исследовательского проекта.
2. Учащийся обобщает имеющиеся данные и описывает задачу исследования в качестве предмета исследования с точки зрения его важности и потенциала для практического применения, указывает на связь между исследованиями и инновациями. Студент разъясняет причины выбора темы проекта.
3. Студент описывает цель исследовательского проекта и предварительные конкретные задачи, на выполнение которых направлена работа.
4. Учащийся формулирует гипотезы, которые нужно проверить, или технологии, которые нужно проверить или разработать.
5. Студент производит предварительный обзор литературы/информации, который предоставляет научный контекст и соответствующую литературу для исследовательского проекта.
6. Студенты описывают методологию исследовательского проекта, которая определяет конкретный ход процесса сбора данных, анализа и (или) интерпретации результатов, иллюстрирует, как выбранный метод наилучшим образом позволяет выполнить цель проекта, и описывает методы, которые будут использоваться для разработки проекта, включая специальные программные средства, языки программирования или другие подходящие методы.
7. Учащийся составляет рабочий план, в котором излагаются последовательность, ход и сроки выполнения исследовательского проекта.

Skoltech

8. Студент указывает потенциальное воздействие работы на инновационную, исследовательскую и образовательную деятельность, демонстрирует их связь с предлагаемой проблемой.
9. Студент предоставляет список цитируемых источников точно и правильно.